

ISSN 0912-2478

研 究 報 告

No.47

平成16年度

(2004年)

沖 縄 県 林 業 試 験 場

〒905-0017 沖縄県名護市大中4丁目20番1号

TEL. 0980-52-2091

FAX. 0980-53-3305

目 次

研究報告

マツノマダラカミキリが産卵可能な被害木の発生時期……………1

伊 禮 英 毅
喜友名 朝 次

リュウキュウマツ成木へのマツノザイセンチュウ接種試験……………8

—嵐山における2003年～2005年までの試験接種結果— 中 平 康 子

木製ガードレールの劣化と強度性能……………15

嘉手苅 幸 男

資 料

松くい虫くん蒸処理の改善試験……………19

—MITCくん蒸剤による駆除効果— 喜友名 朝 次
伊 禮 英 毅

リュウキュウマツ成木における時期別線虫接種試験……………23

中 平 康 子

テリハボク海岸防風林について……………27

—新川、崎枝、黒島海岸防風林の現況調査— 金 城 勝
宮 城 健
比 嘉 政 隆

ニオウシメジの栽培試験……………31

—植え込み方法及び培養期間が子実体発生に及ぼす影響— 町 田 誠 司

沖縄におけるシキミ導入種の適応性に関する調査……………34

宮 城 健
比 嘉 政 隆
喜友名 朝 次
伊 禮 英 毅
金 城 勝
町 田 誠 司

研 究 報 告

マツノマダラカミキリが産卵可能な被害木の発生時期

伊禮 英毅・喜友名 朝次

1. はじめに

沖縄県では、保全対象松林を中心に松くい虫（以下、松くい虫とはマツ材線虫病のことを言う）防除事業を展開しており、その防除手段として伐倒駆除（焼却、くん蒸、破碎）が実施されている。

伐倒駆除は、翌年の被害伝染源を経つ有効な防除手段であるが、松くい虫被害木を全量駆除するためには、多大な労力と費用を必要とする。また、本県におけるマツノマダラカミキリ（以下、カミキリムシ）の活動期間が長いことや被害が春を除きほぼ年間を通して発生すること¹⁾は、カミキリムシが産卵可能な被害木の発生期間を広げ、松くい虫防除事業を推進する上で不利な要因となっている。

そこで本研究では、伐倒駆除をより効率的に実施し、松くい虫防除事業の推進に役立てることを目的に、カミキリムシが産卵可能な被害木の発生時期を明らかにした。

また、1月～3月に発生する被害木や林内に放置されたマツ生立木の伐倒丸太が、4月以降羽化脱出するカミキリムシ成虫（以下、成虫）の産卵対象木になるかどうかが問題となっていたことから、1月末、2月末、3月末に伐倒したマツ生立木の丸太に対し、強制産卵と林内設置によるカミキリムシの産卵状況を調査した。

2. 材料および調査方法

1) 月別発生被害木におけるカミキリムシの生息状況調査

2004年7月～12月に、沖縄本島北部の大宜味村根路銘、江洲および名護市（南明治山）の固定調査林分で、毎月1回（毎月25日頃）マツ針葉の変色状況を調査し、針葉に変色（黄変・赤変）が確認できたものをその月の被害木とした。本調査では、マツ針葉に変色が現れてからマツが枯れるまで、連続して針葉に変色が確認できたものを被害木とした。

被害木のなかから、樹形（樹高、胸高直径、枝振り）が類似（Kruskal-Wallis test $P < 0.05$ ）するものを各月5本選定し、供試木とした（表-1）。ただし、12月については、4本しか被害発生がなかったため、供試木は4本とした。供試木は、2005年1月に伐倒、地際より1mごとに玉切りし、カミキリムシの生息状況（産卵痕数、穿入孔数、材内幼虫数）を調査した。枝については、樹幹の上部と下部でそれぞれ太い枝から3本を選定し、樹幹部同様に調査した。また、被害発生時期別のカミキリムシ生息状況と野外における成虫の活動期間との関係を把握するため、根路銘と江洲の固定調査林分で誘引器を各3器設置し、2004年4月～2005年3月まで成虫の誘引捕獲消長を調査した。調査は11月までは週

表-1 供試木の概況

	被害木の発生月					
	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平均樹高(m)	9.4	11.0	11.8	9.9	11.9	12.1
平均胸高直径(cm)	22.0	19.8	25.2	23.5	23.6	19.1
平均材積(m ³)	0.25	0.21	0.32	0.21	0.32	0.2

2回、12月以降は週1回行った。誘引剤にはマダラコール（サンケイ化学）を使用し、2週間毎に誘引剤の交換を行った。

2) マツ生立木の伐倒丸太に対するカミキリムシの生息状況調査

本来なら、1月～3月に実際に野外で発生する松くい虫被害木を供試木とすべきであるが、この時期、野外での被害発生は少なく、供試木を得ることができなかった。

そこで、1月末、2月末、3月末にマツ生立木を伐倒し、これを1月～3月に発生する松くい虫被害木と仮定して以後の調査を行った。

①強制産卵による生息状況調査

2004年1月末～3月末に、林業試験場内でマツ生立木を各月3本伐倒し供試木とした。供試木は長さ1mに玉切りし、太さが異なる部位（概ね直径が10cm未満、10～20cm、20cm以上）を1本ずつ、計3本を1組として強制産卵用網室（縦×横×高さ＝0.4×0.8×1.2m）に搬入した（写真－1）。

供試虫には、沖縄本島北部名護市の松くい虫被害木から2004年4月以降に羽化脱出した成虫を使用した。羽化脱出成虫は、マツの当年生枝と2年生枝を1週間毎に与え、性成熟するまでポリ容器（直径×高さ＝12×7cm）で個体飼育した。個体飼育後20日以上経過したオス5頭、メス3頭を1組とし、昆虫飼育箱（縦×横×高さ＝20×30×20cm）で飼育し交尾させた。昆虫飼育箱に入れていた直径5～8cmの産卵用マツ枝への産卵、あるいは孵化幼虫を確認した後、6月30日に強制産卵用網室に放飼した。放飼後は、1週間毎に成虫の生存状況を確認し、同時に餌木の交換を行った。さらに7月15日～7月26日にかけて各区にメス3頭を追加した。ただし、オスについては常に5頭を供試することとし、供試虫が死亡した場合は追加した。調査はメスが全て死亡するまで行った。全てのメスが死亡した後、9月15日に産卵痕数と穿入孔数を調査した。穿入孔が確認された供試木については、強制産卵用網室に戻して、翌年（2005年4月以降）

成虫が羽化脱出するかどうかを追跡調査した。また、産卵時にマツノザイセンチュウ（以下、材線虫）が材内に侵入するかどうかを確認するため、全ての供試木から材片をドリルで30g抜き取り、ベルマン法により材線虫の分離を行った。羽化脱出成虫が確認された場合は、羽化脱出成虫からもベルマン法により材線虫の分離を行った。調査は、3回繰り返した。

②林内設置による生息状況調査

2005年1月末～3月末に名護市（南明治山）でマツ生立木を各月3～5本伐倒し供試木とした。供試木は長さ2mに玉切りし、幹と枝を2本ずつ各月から選定し、計12本を1組として、根路銘と江洲の固定調査林分内の健全マツと被害マツ（材内にカミキリムシ幼虫が生息している）に立てかけた（写真－2）。成虫の産卵がほぼ終了したと考えられた9月28日に産卵痕数と穿入孔数を調査した。また、産卵時に材線虫が材内に侵入するかどうかを確認するため、強制産卵調査同様、全ての供試木から材線虫の分離を行った。

3. 結果および考察

1) 月別発生被害木におけるカミキリムシの生息状況調査結果

月別発生被害木の生息状況と成虫の誘引捕獲消長との関係を図－1に示した。

月別発生被害木における生息数（産卵痕数、穿入孔数、材内幼虫数）の比較を行った。生息数は産卵痕数、穿入孔数、材内幼虫数とも7月発生被害木で最も多く、続いて8月、9月の順であり、月が経つにつれ減少傾向を示した。産卵痕については、7月被害木で全体の50%、8月、9月、10月、11月がそれぞれ35%、9.7%、4.9%、0.4%で、11月発生被害木まで確認された。穿入孔については、7月被害木で全体の62.3%、8月、9月、10月がそれぞれ31.7%、4.3%、1.7%で、10月発生被害木まで確認された。材内幼虫については、7月被害木で全体の48.4%、8月、9月がそれぞれ45.2%、6.4%で、材内幼虫は9月発生被害木までしか確認されなかった。これは、

同調査林分における成虫の誘引捕獲消長調査で、成虫が9月までしか捕獲されなかったことと同調しており、成虫の活動期間を反映したものと考えられた。檳原は、沖縄県のマダラカミキリは大部分が8月までに産卵を終え、9月に産卵するものはごく一部と考えられる³⁾と報告しており、今回の調査結果も同様な結果となった。だが、今回の調査では、少数ではあるが10月および11月発生被害木でも産卵痕や穿入孔が確認された。この理由として、9月以前に部分的な衰弱部があり既に産卵されていたか、あるいは誘引捕獲はされなかったが、9月以降も野外で活動していた成虫がいて産卵したことが推察された。喜友名ら⁴⁾が実施した調査では、11月発生被害木にもカミキリムシの生息が確認されている。また、沖縄での成虫の活動期間には年次変動があり11月中旬に成虫が捕獲されている¹⁾ことから、沖縄におけるカミキリムシの産卵可能な被害木の発生時期は、11月までだと考えられた。

ただ、成虫は、9月以降はほとんど捕獲されないことや月別発生被害木における材内幼

虫の生息状況を考慮すると、9月までに発生する被害木を徹底駆除することが効率的・効果的防除につながると考えられた。

2) マツ生立木の伐倒丸太に対するカミキリムシの生息状況調査結果

①強制産卵による生息状況調査結果

供試したメス6頭全てが最も早く死亡したのは放飼後6週目、最も遅かったのは放飼後9週目で、この間の強制産卵におけるカミキリムシの生息状況を表-2に示した。

産卵痕は、1月末～3月末に伐倒した全ての供試木で確認された。産卵痕数の総計は3月末伐倒木で最も多く(604個)、続いて2月末(576個)、1月末(442個)の順となったが、各月間で有意差は認められなかった(One-factor ANOVA $P>0.05$)。穿入孔については、2月末、3月末伐倒木で確認された。2月末伐倒木では、9本中1本の供試木で木屑を詰めた穿入孔が1個確認された。3月末伐倒木でも2月末伐倒木同様、9本中1本の供試木で穿入孔が1個確認されたが、

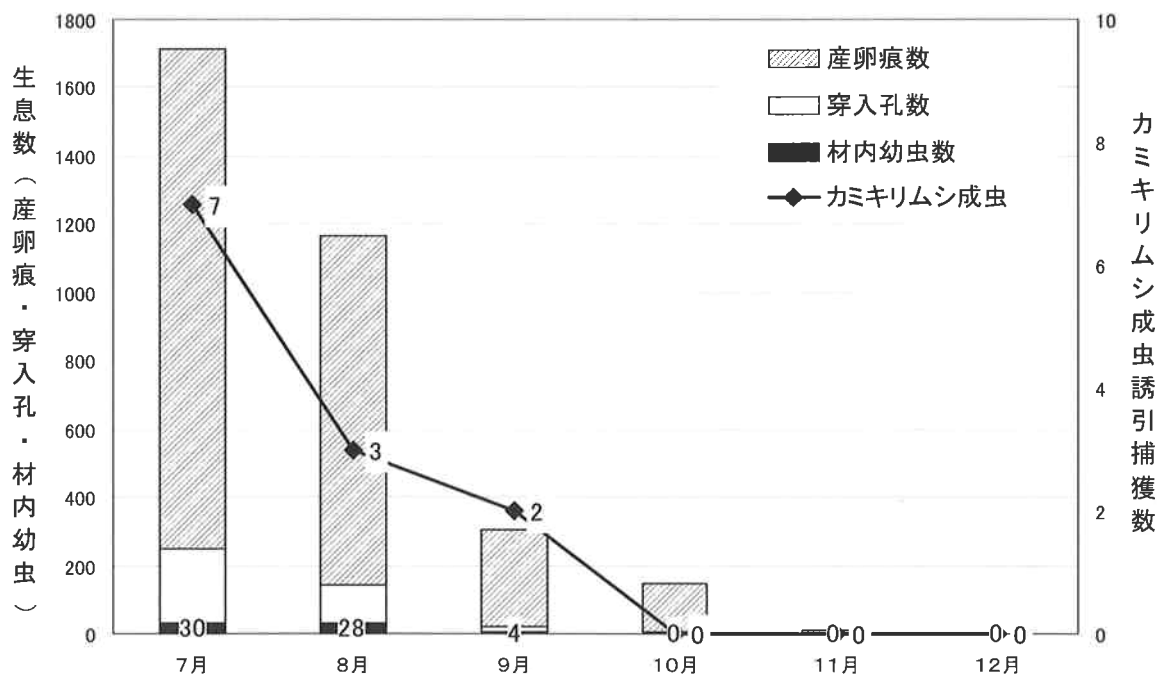


図-1 月別発生被害木における産卵状況とカミキリムシ成虫の誘引捕獲消長

木屑は詰めていなかった。また、3月末伐倒木では、穿入孔は確認されないものの、幼虫の食痕が確認された供試木が3本あり、カミキリムシ幼虫（以下、幼虫）が生息していたことが推察された。穿入孔が確認された2月末、3月末伐倒木については強制産卵網室に戻し、成虫の羽化脱出状況を追跡調査した。その結果、2月末伐倒木から成虫1頭が羽化脱出した。3月末伐倒木については、成虫の羽化脱出が終了する9月になっても羽化脱出が確認されなかったため供試木を割材したところ、穿入孔は材内まで穿孔されておらず、材表面から1cm付近で止まっていた。また、全ての供試木および羽化脱出成虫から材線虫は分離されなかった。

②林内設置による生息状況調査結果

林内に設置した伐倒丸太におけるカミキリムシの生息状況の結果を表-3に示した。10箇所のうち2箇所でカミキリムシの生息（産卵痕および穿入孔）が確認された。2カ所とも3月末に伐倒したマツ生立木（幹部）にのみ産卵が確認された。強制産卵調査では2月末伐倒木にも産卵され成虫が羽化脱出したが、林内設置では3月末伐倒木にのみ生息が確認され、2月末以前の伐倒木には生息が確認されなかった。また、全ての供試木から材線虫は分離されなかった。

1月末、2月末、3月末に伐倒したマツ生

立木に対する強制産卵および林内設置による生息状況調査の結果から、沖縄で4月以降羽化脱出する成虫の産卵可能な被害木の発生時期は、2月までだと推察された。ただ、今回の調査では、供試木として野外発生被害木を得ることができなかったため、マツ生立木を伐倒し、供試木として使用した。このため、成虫の産卵行動に影響を与えると考えられるマツ内樹皮の状態は、実際の野外発生被害木の状態を適切に反映しているものではないと思われる。その理由として、マツ生立木は伐倒後しばらくは樹脂滲出が続き、産卵に適したマツ内樹皮の状態になるまで時間がかかるが、野外発生枯死木は既に樹枝滲出等の生理的異常が起きていることや他の穿孔虫類の侵入等により、マツ生立木を伐倒したものよりも速くマツ内樹皮が産卵に不適な状態になるものと推察されるからである。このため、4月以降羽化脱出する成虫の産卵可能な被害木の発生時期は3月発生被害木までだと思われるので、実際の野外発生被害木に対する生息状況調査を実施する必要がある。

今回の調査から、マツ生立木除去を主体とした樹種転換を実施する際、利用できない材が林内に放置されることが想定される場合は、安全性を考慮すると、野外で成虫が活動していない12月～1月までに作業を実施することが適当だと考えられた。また、材線虫は産卵

表-2 強制産卵におけるカミキリムシ成虫の産卵状況

伐倒時期	伐倒日 (2004年)	供試区	表面積 (m ²)	平均材積 (m ³)	産卵痕数	幼虫の食痕数	穿入孔数	羽化脱出成虫数	材線虫の有無
1 月 末	1月29日	1	1.5	0.02	85	—	0	0	無
	～	2	1.4	0.06	194	—	0	0	無
	2月4日	3	1.3	0.05	163	—	0	0	無
2 月 末	2月26日	1	1.4	0.02	147	—	0	0	無
	～	2	1.4	0.02	175	—	0	0	無
	2月27日	3	1.1	0.01	254	—	1 (木屑あり)	1	無
3 月 末	3月29日	1	1.4	0.02	152	1	1 (木屑なし)	0	無
	～	2	1.3	0.02	173	—	0	0	無
	3月30日	3	1.4	0.02	279	2	0	0	無

用餌木丸太からも検出され、産卵時にも樹体内に侵入することが知られているが⁵⁾、今回の強制産卵および林内設置調査では、全ての供試木（産卵が確認された供試木を含む）と羽化脱出成虫から材線虫は検出されなかった。このことから、1月末～3月末に伐倒されたマツ生立木に対し、4月以降羽化脱出する成虫から産卵時に材線虫が材内に侵入する可能性は低いものと推察された。

4. まとめ

松くい虫被害から松林を保全するためには、徹底防除（予防・駆除）を実施する必要がある。伐倒駆除は、翌年の被害伝染源を絶つ有

効な防除手段であることから、保全対象松林における松くい虫被害木は、全量駆除が原則である。しかし、松くい虫被害木を全量駆除するためには、多大な労力と費用を必要とする上、本県のように成虫の活動期間が長く、被害木がほぼ年間を通して発生する特徴は、松くい虫防除事業を推進うえで、不利な条件となっている。

そこで、沖縄県におけるカミキリムシの産卵可能な被害木の発生時期を調査し、効率的・効果的な松くい虫防除事業の実施につなげるため、駆除対象木（幼虫が生息する被害木）の発生時期を明らかにした。また、1月末～3月末に伐倒したマツ生立木に対するミキリムシの生息状況調査から、4月以降羽化脱出

表一 3 林内設置伐倒木におけるカミキリムシ成虫の産卵状況

林内設置区	伐倒日 (2005年)	表面積 (m ²)	表面積合計 (m ²)	材積 (m ³)	材積合計 (m ³)	産卵部位	産卵痕数	穿入孔数	材線虫の有無	設置場所
A	1月末	1月26日～28日	1.8		0.07	—	0	0	無	江洲 (被害木)
	2月末	2月25日～28日	1.9	4.9	0.04	—	0	0		
	3月末	3月28日～30日	1.2		0.02	—	0	0		
B	1月末	同上	2		0.04	—	0	0	無	江洲 (被害木)
	2月末		2.2	5.5	0.05	—	0	0		
	3月末		1.4		0.03	—	0	0		
C	1月末	同上	1.2		0.02	—	0	0	無	江洲 (健全木)
	2月末		1.4	5	0.04	—	0	0		
	3月末		2.4		0.07	—	0	0		
D	1月末	同上	1.3		0.04	—	0	0	無	江洲 (健全木)
	2月末		2.4	6.4	0.08	—	0	0		
	3月末		2.7		0.08	—	0	0		
E	1月末	同上	1.2		0.02	—	0	0	無	根路銘 (健全木)
	2月末		2.8	8	0.07	—	0	0		
	3月末		4		0.11	樹幹部	5	1(木屑無し)		
F	1月末	同上	1.3		0.04	—	0	0	無	根路銘 (健全木)
	2月末		16	4.9	0.05	—	0	0		
	3月末		2		0.05	樹幹部	9	1(木屑あり)		
G	1月末	同上	1.4		0.03	—	0	0	無	根路銘 (健全木)
	2月末		2.5	6.9	0.07	—	0	0		
	3月末		3.1		0.07	—	0	0		
H	1月末	同上	3.3		0.12	—	0	0	無	根路銘 (被害木)
	2月末		1.9	7.3	0.05	—	0	0		
	3月末		2.1		0.04	—	0	0		
I	1月末	同上	2.8		0.14	—	0	0	無	根路銘 (健全木)
	2月末		1.9	7.1	0.05	—	0	0		
	3月末		2.3		0.06	—	0	0		
J	1月末	同上	3.1		0.16	—	0	0	無	根路銘 (被害木)
	2月末		0.7	6.1	0.02	—	0	0		
	3月末		2.2		0.06	—	0	0		

する成虫が産卵可能な被害木の発生時期を把握することにより、樹種転換の実施適期も明らかにした。

だが、実際の松くい虫防除事業は、予算システム等の都合上、年明けの1月～3月に防除事業が集中して実施されることが多い。この時期になると、カミキリムシの材内幼虫が多く生息する9月以前の被害木は葉を全て落としており、いつの時点で枯れたか判断がつきづらい。本県では、年間被害の2割程⁵⁾が10月以降も発生するため、防除費等の都合により、肝心のカミキリムシの産卵を受けた被害木の徹底駆除が行き渡らず、防除効果を低減させることが懸念される。また、本県は台風の常襲地域であり、防除事業が実施される時期には、カミキリムシの産卵が比較的多い枝部³⁾が林内に吹き飛ばされていたりして、徹底防除を実施したつもりでも、期待する防除効果が得られないといった事態も想定される。伐倒駆除の主目的は、病原（材線虫）の伝播者であるカミキリムシの材内幼虫を駆除することにより、翌年の伝染源を経つことにある。被害が発生した時点で直ちに防除を実施する方が、被害木の見落としも少なく伝染源を確実に駆除できる上、ゆとりを持った防除事業が展開できることから、伐倒駆除技術の効率的・効果的発揮につながるものと考えられる。

5. 引用文献

- 1) 中村ら.2005.第116回日本林学会要旨集：171
- 2) 槇原寛.1984.沖縄県におけるマツクイムシの生態について.沖縄開発庁沖縄総合事務局農林水産部：1-25
- 3) 喜友名ら.2004.沖縄林試業報No15：14-15
- 4) 岸洋一.1988.マツ材線虫病（マツくい虫精鋭）.トーマス・カンパニー：1-292
- 5) 伊禮ら.2005.沖縄林試業報No16：7-12



写真-1 強制産卵調査 (写真左：全景、写真右：強制産卵用網室内)



写真-2 林内設置によるカミキリムシの生息状況調査
(写真左：健全マツへ立てかけたマツ生立木伐倒丸太、 写真右：拡大)

リュウキュウマツ成木へのマツノザイセンチュウ接種試験

— 嵐山における2003年～2005年までの試験接種結果 —

中平 康子

1. はじめに

沖縄に自生するリュウキュウマツ (*Pinus luchuensis*) においてマツ材線虫病による被害が拡大しており、本県の気候風土に適した防除技術の開発が待たれている。その中で、抵抗性を有する個体の選抜育種に対する期待は大きい。

林業試験場では、林木育種センター九州育種場の協力を得て1996年に嵐山の自生リュウキュウマツ420本に対して線虫接種検定を行っており、132本の生残木を得ている（接種翌年の生残本数160本、生存率38%）。しかし、これまでのリュウキュウマツ成木に対する接種試験に比べて生存率が高かった¹⁾ことから、全ての個体が抵抗性を有しているか疑問である。

このため、既接種木からより高い抵抗性を有する個体を選抜するため、生残木に対して線虫接種試験を行うとともに、病徴の発症状

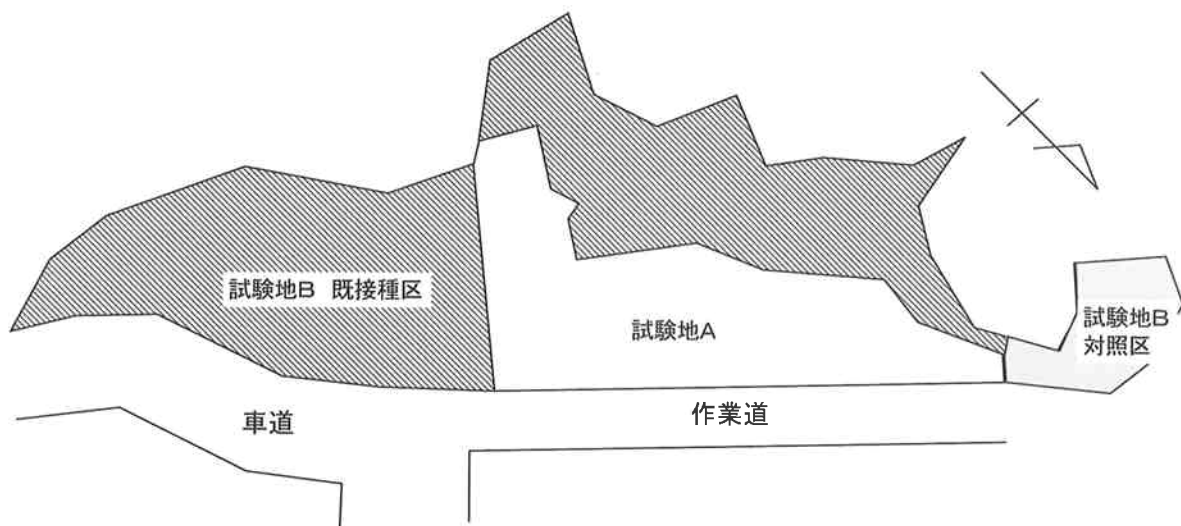
況による抵抗性個体の識別の可能性について検討するため、線虫接種後の病徴進展について経時的に観察した。

なお、本報の一部については九州森林研究で報告済である²⁾。

2. 試験地及び方法

試験は嵐山試験地（名護市呉我）の生残木を二分し、それぞれ2001年7月23日～2003年1月8日まで（試験地A）と2003年5月22日～2005年1月21日（試験地B）に行った。

試験地Aでは1996年の接種検定により生残ったリュウキュウマツ132本のうち67本を用い、1996年と同様の7月に島原個体群を接種した。接種した線虫の頭数は、全て40,000頭/本とした。また、接種年により検定強度に差があると考えられたことから、線虫接種は連年2回行うこととした。1年目の接種はH13年7月23日に2種類の方法により行った。一方は、



図一 嵐山における成木への接種検定試験地

高さ4～5mの部位にある輪枝の基部2箇所
にドリルで深さ3cmの孔を開けて、あらか
じめ線虫頭数を調整した線虫懸濁液をピペッ
トで注入して接種を行った（ドリル高枝接種）。
もう一方は、高さ約1mの幹の任意2箇所に
鋸で傷を付け、そこにあらかじめ線虫頭数を
調整した線虫懸濁液をピペットで注入して行
った（鋸接種）ドリル接種には10本、鋸接種に
は57本のリュウキュウマツを供試した。2年
目の接種は1年目の生残木に対してH14年7
月23日に、鋸接種により接種を行った。接種
後は樹脂滲出量と見た目の健全性について観
察した。樹脂滲出量の評価は小田の手法に準
じて行った（表-1）³⁾。

試験地Bでは、カミキリの発生ピーク期と
接種時期を合わせるため、接種を5月に行っ
た。供試マツは、試験地Aで使用した残りの
生残木63本（既接種区）と未接種木20本（対
照区）を用いた。1年目接種ではH15年5月
22日に、高さ約1mの幹の任意2箇所にドリ
ルで下方斜めに約2cmの孔を開け、そこに
あらかじめ線虫頭数を調整した線虫懸濁液を
ピペットで注入して接種した。2年目はH16
年5月28日に、1年目の生残木に対して1年
目と同様の方法で接種を行った。

接種1年目、2年目とも接種後の観察方法
は試験地Aと同様とした。

試験地の土壌はP-Im-RAに分類され、乾
燥堅密であった。全体的に下層植生は貧弱で、
ケホシダが密生していた。試験地Bの対照区
は試験地Aと試験地Bの既接種区と隣接した
谷部にあり、他に比べて湿潤であったが、同
様にケホシダが密生していた。

樹脂滲出量	段階
樹脂滲出なし	-
点々と樹脂が滲出している	+
樹脂が穴に溜まっている	++
樹脂がたれている	+++
樹脂が大量にたれている	++++

3. 結果

1) 試験地A

接種法別による枯死木の出現割合は、ドリ
ル高枝接種で10本中1本（10%）、鋸接種で
57本中7本（12%）となり、ドリルと鋸によ
る線虫接種の方法による差及び接種部位によ
る枯死率の差は認められず、枯死率に対する
接種方法の影響はないと考えられた。

1年目接種による枯死木はドリル高枝接種
区と鋸接種区を併せると67本中8本が確認さ
れ、枯死率は12%となった。2年目接種では、
前述の生残木59本に対して接種試験を行っ
たところ3本が枯死し、枯死率は5%となっ
た（台風による枯死木4本を除外）。それぞ
れの年度とも枯死木の出現位置は試験地内に
散在しており、偏りは認められなかった（図-
2）。

樹脂滲出量についてみると、5週目以内樹
脂停止期間が認められた（タイプA）、5週
目以降に樹脂停止期間が認められた（タイプ
B）、減少後少ないまま推移（タイプC）、
一度減少後回復（タイプD）、減少後回復を
繰り返す（タイプE）、徐々に減少（タイプ
F）、変化なし（タイプG）の7タイプに分
類され、1年目の接種試験では枯死に至っ
たのはタイプA（4本：50%）とタイプD（1
本：8%）、タイプF（3本：38%）で、タ
イプAとタイプFで枯死率が高い傾向が認め
られた（表-2）。

2年目の接種試験では、1年に分類した7
タイプに加えて、接種前に樹脂停止タイプH）
の8タイプに分類された。試験期間終了時に
枯死に至った個体は、タイプBとタイプF、
タイプHにおいて1本ずつ認められ、タイプ
別による枯死の傾向は認められなかった（表-
3）。

1年目の接種試験時の樹脂量滲出状況と連
年接種試験終了後（2003年1月）の枯死木の
出現状況とを比較したところ、1年目の接種
試験時に5週目以内に樹脂停止が確認され
た（タイプA）の枯死率が75%と高く、次いで
徐々に減少（タイプF）が38%、一度減少後

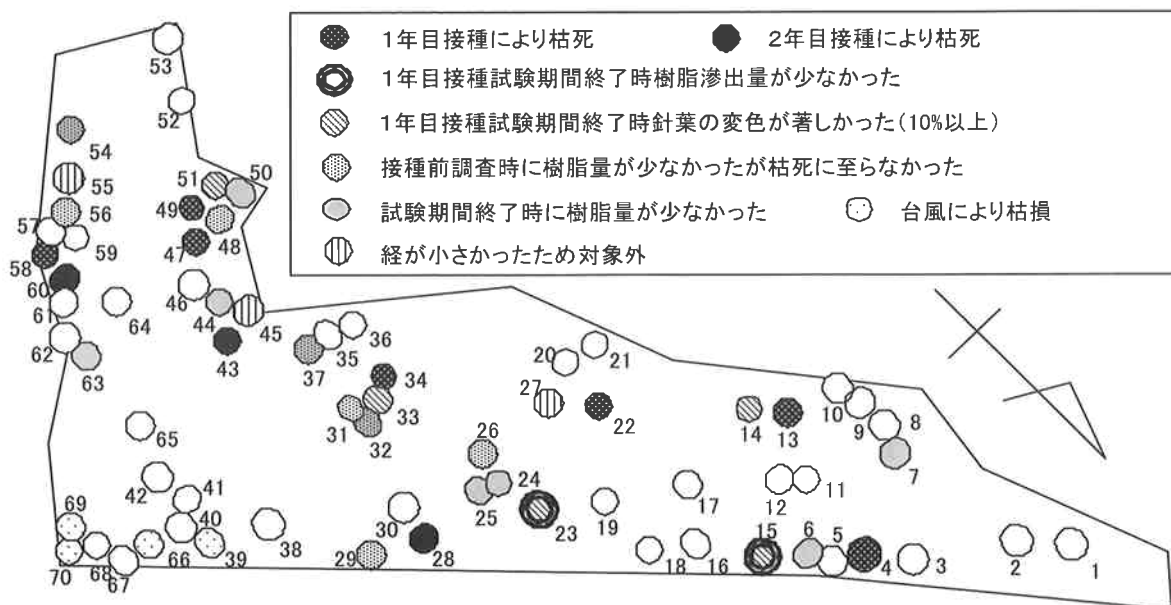


図-2. 枯死木及び樹脂滲出異常木の出現状況（試験地A）

回復（タイプD）9%、変化なし（タイプG）6%となっていた。このことから、リュウキュウマツは樹脂滲出異常を呈した後も回復が認められるものの、線虫接種後、早い段階で病徴進展が認められた個体は抵抗性の低いものが多いことが示唆された（表-4）。

年度ごとの枯死率は、1996年度が62%、2002年度が12%、2003年度が5%で、接種回数が増えるごとに枯死率が低くなっており、最終的な生残木50本（枯死率17%）は抵抗性が高い個体であると考えられた。

表-2. 接種時の樹脂滲出状況別枯死本数（試験地A：1年目）

	該当本数	枯死本数(枯死率)
A 5週目以内に樹脂停止期間が認められた	8	4 (50%)
B 5週日以降に樹脂停止期間が認められた	10	0 (0%)
C 減少後少ないまま推移	3	0 (0%)
D 一度減少後回復	12	(1)* (8%)
E 減少と回復を繰り返す	6	0 (0%)
F 徐々に減少	8	3 (38%)
G 変化なし	20	0 (0%)
合計	67	8 (12%)

表-3. 接種時の樹脂滲出状況別枯死本数（試験地A：2年目）

	該当本数	枯死本数(枯死率)
A 5週目以内に樹脂停止期間が認められた	17	0 (0%)
B 5週日以降に樹脂停止期間が認められた	5	1 (20%)
C 減少後少ないまま推移	0	0 (-)
D 一度減少後回復	2	0 (50%)
E 減少と回復を繰り返す	16	0 (0%)
F 徐々に減少	9	1 (11%)
G 変化なし	3	0 (0%)
H 接種前に樹脂停止	3	1 (33%)
合計	55	3 (5%)

表-4. 1年目接種の樹脂進出状況と試験期間中の枯死木の出現状況（試験地A）

	1年目		2年目		試験終了時の枯死本数(枯死率)
	該当本数	枯死本数(枯死率)	該当本数	枯死本数(枯死率)	
A 5週目以内に樹脂停止期間が認められた	8	4 (50%)	4	2 (50%)	6 (75%)
B 5週日以降に樹脂停止期間が認められた	9	0 (0%)	9	0 (0%)	0 (0%)
C 減少後少ないまま推移	3	0 (0%)	3	0 (0%)	0 (0%)
D 一度減少後回復	11	(1)* (9%)	10	0 (10%)	1 (9%)
E 減少と回復を繰り返す	6	0 (0%)	6	0 (0%)	0 (0%)
F 徐々に減少	8	3 (38%)	5	0 (0%)	3 (38%)
G 変化なし	18	0 (0%)	18	1 (6%)	1 (6%)
合計	63	7 (11%)	55	3 (5%)	11 (17%)

*試験終了時に枯死

2) 試験地B

接種1年目には62本中2本の枯死木が確認され、枯死率は3%となった。一方、対照区では20本中3本が枯死し、枯死率は15%となった。接種2年目には60本中3本が枯れ、枯死率は3%となった。対照区では17本中4本が枯れ、枯死率は24%となった。それぞれの年度とも枯死木の出現位置は若干の偏りが認められた(図-2)。

また、既接種区と対照区とも1年目の接種より2年目の接種において枯死率が高くなり、1年目の接種では線虫接種による検定力が低かったことが示唆され、その原因として環境条件による枯死率の低下が考えられた。

樹脂滲出状況についてみると、接種1年目はタイプA、タイプC、は認められなかった。タイプBは既接種区で3本(5%)、対照区で2本(10%)と少なく、このうち枯死に至ったのは既接種区1本と対照区2本であった。タイプDは既接種区及び対照区ともに観察されたが、枯死に至った個体はなかった。タイプEは既接種区16本、対照区2本が確認され、既接種区で枯死に至った個体はなく、対照区では1本が枯死に至った。タイプFは既接種区にのみ確認された。3本(5%)中1本が枯死に至った。既接種区、対照区ともにタイ

プGが最も多く、既接種区で32本(51%)、対照区では13本(65%)が認められ、枯死に至る個体はなかった。

2年目の接種ではタイプAが既接種区で2本(3%)、対照区で1本(6%)確認され、そのいずれもが枯死に至った。タイプBは既接種区で2本(3%)、対照区で5本(29%)確認され、枯死に至ったのは既接種区1本と対照区3本であり、タイプAの次ぎに枯死率

表-5. 接種時の樹脂滲出状況別枯死本数(試験地B: 1年目)

	既接種区		未接種区	
	該当本数	枯死本数(枯死率)	該当本数	枯死本数(枯死率)
A 5週目以内に樹脂停止期間が認められた	0	0	0	0
B 5週目以降に樹脂停止期間が認められた	3	1 (33%)	2	2 (100%)
C 減少後少ないまま推移	0	0	0	0
D 一度減少後回復	11	0	2	0
E 減少と回復を繰り返す	17	1 (6%)	3	1 (33%)
F 徐々に減少	2	0	0	0
G 変化なし	29	0	13	0
	62	2 (3%)	20	3 (15%)

表-6. 接種時の樹脂滲出状況別枯死本数(試験地B: 2年目)

	既接種区		未接種区	
	該当本数	枯死本数(枯死率)	該当本数	枯死本数(枯死率)
A 5週目以内に樹脂停止期間が認められた	0	0	0	0
B 5週目以降に樹脂停止期間が認められた	4	3 (75%)	5	3 (60%)
C 減少後少ないまま推移	0	0	0	0
D 一度減少後回復	13	0	5	0
E 減少と回復を繰り返す	25	0 (0%)	2	1 (50%)
F 徐々に減少	1	0	0	0
G 変化なし	17	0	5	0
	60	3 (5%)	17	4 (24%)

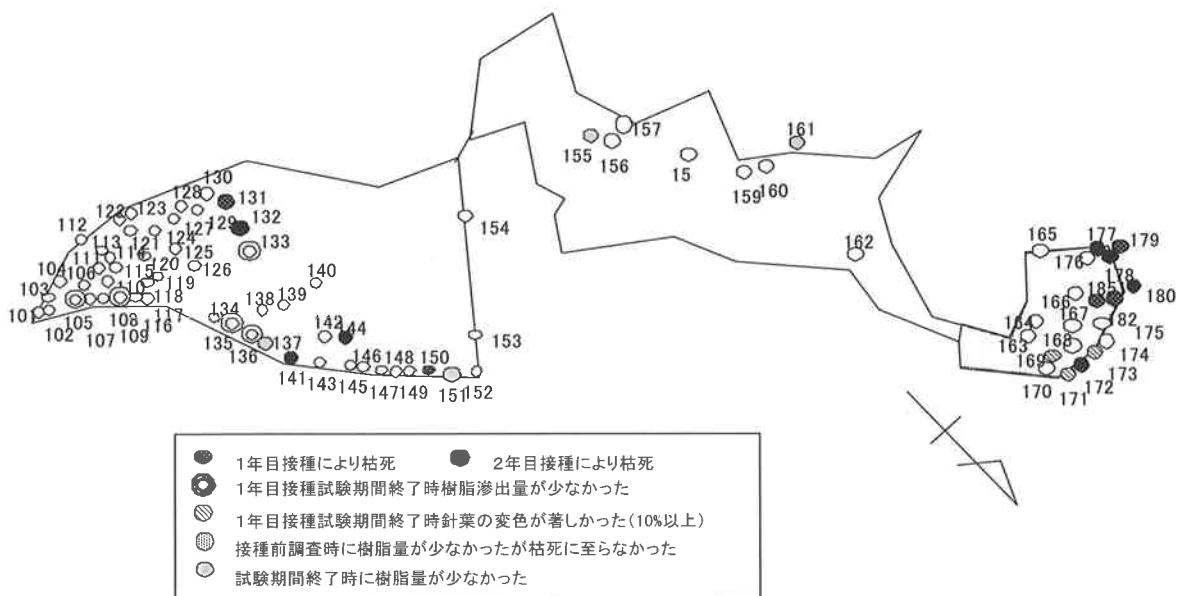


図-2. 枯死木及び樹脂滲出異常木の出現状況(試験地B)

表一 5. 接種時の樹脂滲出状況別枯死本数(試験地B: 1年目)

		1年目		2年目		試験終了時の枯死本数(枯死率)	
		該当本数	枯死本数(枯死率)	該当本数	枯死本数(枯死率)	枯死本数(枯死率)	枯死本数(枯死率)
既 接 種 区	A 5週目以内に樹脂停止期間が認められた	0	0	0	0	0	0
	B 5週目以降に樹脂停止期間が認められた	3	1 (33%)	2	0 (0%)	1	(33%)
	C 減少後少ないまま推移	0	0	0	0	0	0
	D 一度減少後回復	11	0 (9%)	11	0 (9%)	0	(0%)
	E 減少と回復を繰り返す	17	0 (0%)	17	1 (6%)	1	(6%)
	F 徐々に減少	2	1 (50%)	1	0 (0%)	1	(50%)
	G 変化なし	29	0 (0%)	29	2 (7%)	2	(7%)
合 計		62	2 (3%)	60	3 (5%)	5	(8%)
未 接 種 区	A 5週目以内に樹脂停止期間が認められた	0	0	0	0	0	0
	B 5週目以降に樹脂停止期間が認められた	2	2 (100%)	0	0	2	(100%)
	C 減少後少ないまま推移	0	0	0	0	0	0
	D 一度減少後回復	2	0 (50%)	2	0 (50%)	0	(0%)
	E 減少と回復を繰り返す	3	1 (33%)	2	1 (50%)	2	(67%)
	F 徐々に減少	0	0	0	0	0	0
	G 変化なし	13	0 (0%)	13	3 (23%)	3	(23%)
合 計		20	3 (15%)	17	4 (24%)	7	(35%)

が高かった。タイプCは確認されなかった。タイプDは既接種区で11本(18%)、対照区で5本(27%)が確認された。タイプEは既接種区で27本(45%)と最も多く確認され、対照区では2本(12%)が確認された。タイプFは既接種区のみ1本(2%)が確認された。タイプGは既接種区で17本(28%)、対照区で4本(24%)が確認された。2年目の接種の前に樹脂停止が認められた個体はなかった。

1年目接種時の樹脂滲出状況別による試験期間中の枯死出現状況をみると、5週目以降に樹脂停止期間が認められたタイプBの枯死率が高い傾向が認められたものの、樹脂量のタイプ別による枯死率の差は確認されなかった。

最終的な枯死率は既接種区が62本中5本の枯れで8%、対照区が20本中7本の枯れで35%となった。

3. 考 察

既接種区において、年度による枯死木の出現状況を比較すると試験地Aと試験地Bでは、試験地Bよりも試験地Aの方が枯死率が高い結果となった(図-3)。特に、試験地Bの1年目の接種試験における枯死率及び樹脂滲出異常木の出現率が低かったが、2年目の接種試験では5%の枯死率が認められ、かつ対照区では25%の枯死率が得られていることから、連年の接種試験で生存したりユウキウマツは抵抗性を有していると考えられた。

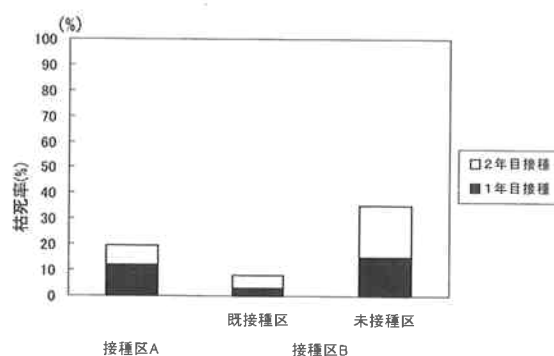


図-3. 試験地及び試験区ごとの枯死率

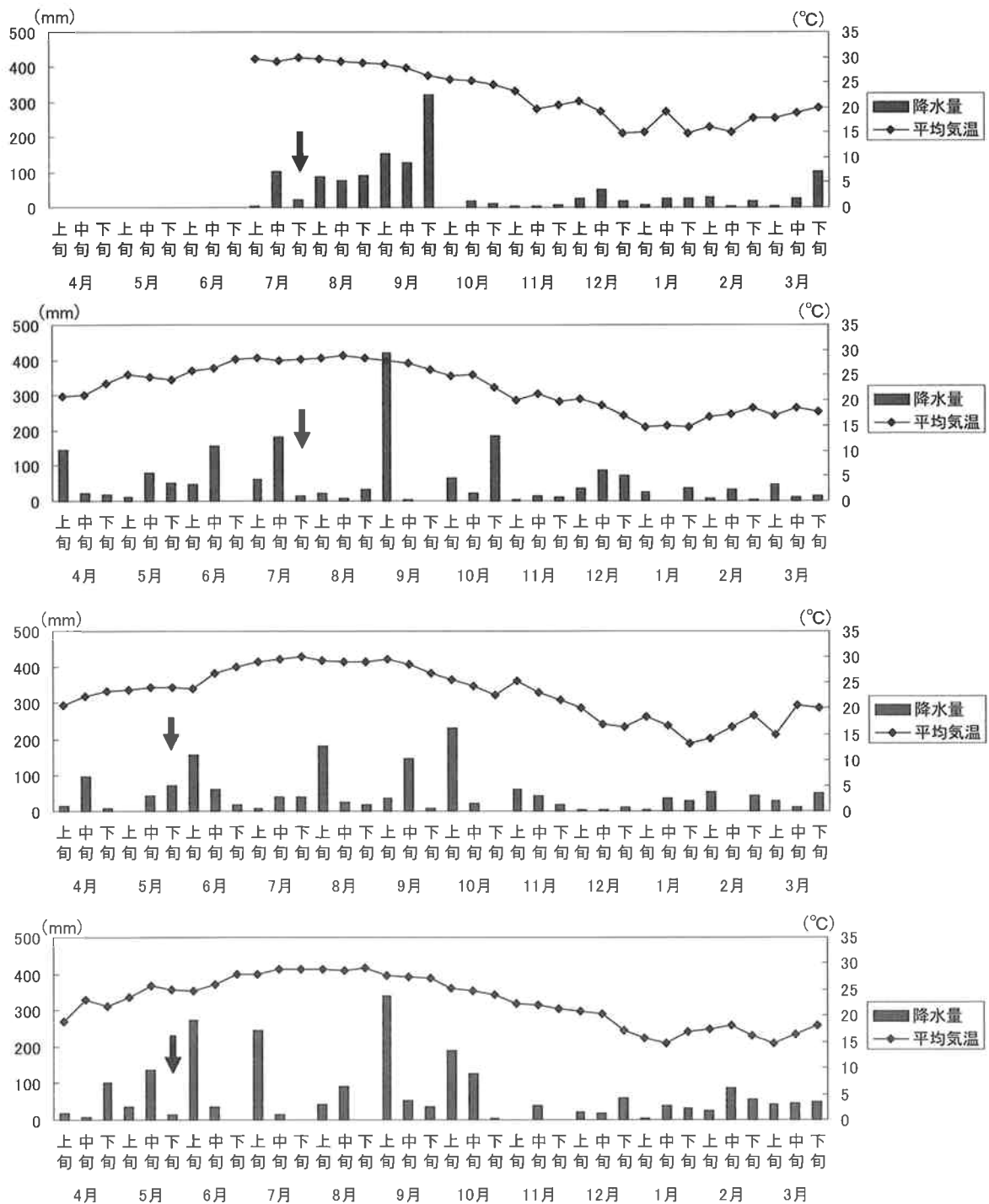


図-4. 月旬別降水量及び平均気温と接種時期（矢印：線虫接種時期）
 （上：2001年度、中上：2002年度、中下：2003年度、下：2004年度）

しかし、試験地Bでの枯死率は対照区でも37%と、1996年度の62%と比較すると遙かに低かった。この原因として環境条件や土壌条件が考えられたが、各試験地内での土壌条件の違いによる枯死率の差は認められなかった。

接種年度の気象条件について検討したとこ

ろ、いずれの年度とも接種時期から10月まで線虫の増殖適温である25℃以上であった（図-4）。

降水量については、2001年度は接種時期の降水量は若干少ないものの、その後の降水量は他よりも多かった。枯死率が顕著に低かつ

た2003年度は接種時期の降水量は他よりも多かった。接種時期及び接種から2ヶ月間の降水量が最も少なかったのは2002年度であった(図-4)。

試験地Aと試験地Bでは接種時期が異なることから、リュウキュウマツ樹体内における反応が枯死率に影響している可能性もあり、今後、リュウキュウマツの抵抗性の機構について明らかにするため、これらについても検討していく必要がある。

試験地により生存率に差は認められるものの、試験地Bで線虫接種による樹脂滲出異常を示さなかったNo.112、123、128、138、139、140、142、145、157の9本については、試験期間中樹脂滲出異常を全く示さなかったことから、高い抵抗性を有することが期待される。

引用文献

- 1) 我如古光男 (1977) 沖林試研報20: 75-87
- 2) 中平康子 (2004) 九州森林研究57: 221-223
- 3) 小田久吾 (1967) 森林防疫16: 263-266

木製ガードレールの劣化と強度性能

嘉手苺幸男

1. はじめに

沖縄県では、平成9年度からリュウキュウマツ材を丸棒加工した木製ガードレールの設置が始まり、その間各種事業において林道、森林公園等で施工され、平成16年度末までの施工実績は5,904.3mに達している。

木材の設置場所が屋外であると、微生物、水、熱、光、紫外線、空気中の酸素等が作用し木材の劣化が進むことが知られている¹⁻³⁾。特に高温多湿で紫外線の強い気象条件下にある本県においては、屋外での木材使用は非常に厳しいと考えられる。

屋外における木材は、水分の吸湿や乾燥により膨潤・収縮が繰り返され、変形・材面割れが発生するとともに、微生物の作用によって腐朽・汚染による変色が発生し強度性能の低下が懸念されてきた。このため、今回、材面割れと腐朽・汚染による変色の特に著しい供試体について、材面割れ及び汚染による変色と曲げ強度性能との関係について調べるとともに、腐朽の発生状況についても検討を行った。

2. 材料及び試験方法

1) 供試材

供試材は、平成16年7月に国頭村伊地林道より、平成13年～14年に施工されたガードレール材（長さ1,900～2,000mm）の中から特に材面割れと変色の著しい丸棒18本を用いた。供試材は、屋内において約6ヶ月間天然乾燥を行った後に各種測定を行った。供試材は、防腐・防蟻処理剤としてACQ（銅・アルキルアンモニウム化合物系）による加圧注入処理が施されている。

2) 欠陥の調査

供試材丸太の両木口面及び材面について、木材の腐朽やシロアリによる被害及び変色等の劣化、材面の変形、変色を目視により判定するとともに、金属製ハンマーを用いて材面に対して打撃を行い、打撃音による内部の腐朽状況を判定した。また、供試材の材面に発生した最大割れ幅を測定し、割れ幅5mm以上を大、2mm～5mm以下を中、2mm以下を小と区分分けを行った。

3) 材面の干割れ率

供試材面に発生した、割れ幅0.5mm以上のすべての材面割れの長さを測定し材長に対する比率を求めた。

4) 曲げ強度の測定

目視により明らかな腐朽被害が認められた5本を除いた残り13本の供試材について、森試験機の10ton/f木材試験機を用いて曲げ強度の測定を行った。測定は、支点間距離を1,800mmとし荷重点間距離1,000mmの等分布荷重により実施した。加圧荷重は4ton/mとし供試材のたわみ量を測定し、たわみ-荷重曲線を求め未施工材と比較を行った。

5) 断面における薬剤浸透度及び腐朽・蟻害調査

18本の供試材について長さ400mmで5等分に切断し、供試材内部における腐朽・蟻害状況を調査した。また、ACQ薬剤の浸透度を判定するため、ACQに対して呈色反応を示す指示薬を用い浸透度を調査した。

3. 結果と考察

1) 欠陥調査

表-1に腐朽・蟻害・変色の調査結果を示

した。汚染による変色はすべての供試材で見られた。

木材腐朽菌による腐朽被害は5供試材で確認することができた。その中で特にNo1及び14では著しい腐朽被害が被害が見られた。5供試材とも腐朽した部分が乾燥に伴い収縮するとともに縦横の亀裂が発生し、ブロック状の割れを示す⁴⁾状況から、褐色木材腐朽菌による被害であることが推察された。シロアリによる被害は全供試材で無かった。

金属性ハンマーを用いて材面に対する打撃を行った結果、7供試材で打撃音の変化があり、No5及び8では目視による腐朽は確認できないことから、材の内部において腐朽の発生が疑われた。

供試材表面における材面の変形は、5供試材で確認でき、腐朽の進行に伴い木材の組織が収縮し変形することにより材面の落ち込みに影響を及ぼしていると考えられた。

表-1 供試材の欠陥調査

No	汚染	腐朽	蟻害	打撃音	材面の変形	割れ幅
1	有	有	無	有	有	中
2	有	無	無	無	無	中
3	有	無	無	無	無	大
4	有	無	無	無	無	中
5	有	無	無	有	無	中
6	有	無	無	無	無	大
7	有	無	無	無	無	大
8	有	無	無	有	無	中
9	有	有	無	有	有	大
10	有	無	無	無	無	中
11	有	無	無	無	無	中
12	有	無	無	無	無	大
13	有	無	無	無	無	中
14	有	有	無	有	有	大
15	有	有	無	有	有	小
16	有	無	無	有	有	大
17	有	無	無	有	有	小
18	有	無	無	無	無	中

2) 干割れ率

図-1に割れ幅0.5mm以上の割れ長さを測定した結果を示した。干割れ率は供試材により大きく異なり、材長の134~530%の値を示した。

木材は他の工業用材料とは異なり細胞組織の集合体であることから、生育環境、土壌その他要因により同一樹種によっても材質の変

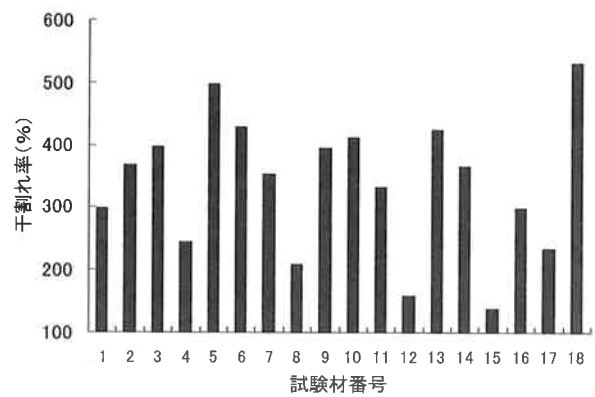


図-1 供試材の干割れ率

動が大きいことが知られている。このため、材の膨潤・収縮が各々の材により異なることから干割れ率の大きな違いに影響を及ぼしていると考えられた。

3) 曲げ強度の測定

図-2に今回強度試験を行った供試材と現場施工前の未施工材との荷重-たわみ曲線を示した。最大荷重4 tonを加えても供試材は破壊を起こすことはなかった。また、荷重の増加に伴う変形量(たわみ)も未施工材⁵⁾と比較して小さな値を示した。施工後2~3年経過し、変色や割れ幅10mmを越える欠陥を示した供試材でも(写真-1)、未施工材より小さい変形を示した。このように、供試材が

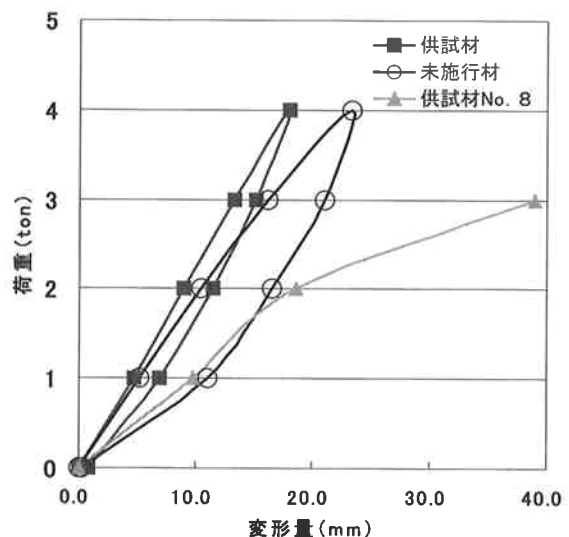


図-2 荷重-変形量曲線

未施工材を超える強度を示した。この結果は、曲げ試験時における含水率の影響が最も大きな要因として考えられた。今回試験を行った供試材は約6ヶ月間屋内において天然乾燥を行った後に強度試験を実施した。試験時の各供試材に含水率は20~24%前後とほぼ均一な状態であるのに対し、一方、未施工材の含水率は18~46%であった。このことから、材面に变色や割れ幅10mmを越え材長の1/2前後の干割れが生じた供試材であっても腐朽による被害の発生が無ければ、強度の低下は無いと考えられた。

図-2の中で、打撃音以外に外観上欠陥の発生のない供試材No8では3tonの荷重を加えた時点で破壊を起こした。この供試材を曲げ強度測定後に断面調査を実施した結果、材内部に軽微な腐朽が認められた。打撃音の変化のあったNo5では強度の低下及び内部における腐朽は認められなかった。



写真-1 割れ幅10mm以上の供試材

4) 断面における薬剤浸透度及び腐朽・蟻害調査

供試材18本を長さ400mmで5等分に切断し、供試材内部における腐朽・蟻害状況を調査するとともに、ACQ薬剤の浸透度を判定した。

断面調査の結果、腐朽による被害は写真-2の供試材No1を含め8、9、14、15、17の6供試材で認められた。これらの供試材の断面をACQに対して呈色反応を示す指示薬を用い浸透度を調査した結果、いずれの供試材においてもACQ薬剤が材内部への浸透度

が小さく、不十分であることが明らかになった。これに対し、腐朽被害が認められない12本の供試材では材表面から20~40mm前後の深さで薬剤の浸透が見られ、腐朽の発生は確認することはできなかった。

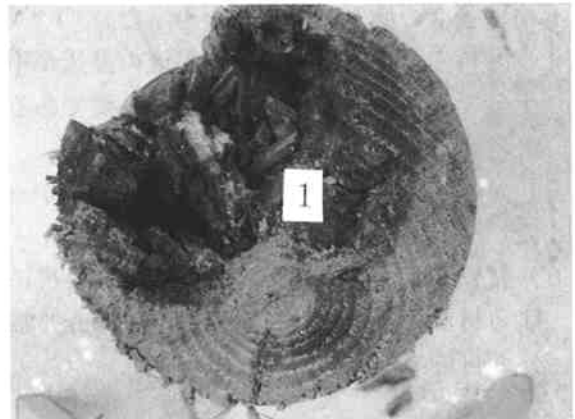


写真-2 腐朽被害状況

これら供試材の腐朽の発生メカニズムは、ACQ薬剤の浸透度が不十分のまま屋外に設置されることにより、水分の吸湿・乾燥のくり返しによる材面割れが発生し、次第に割れが長さ・深さ方向に生長する。薬剤の浸透の無い材内部に水分が溜まるようになり、腐朽の発生が起りやすい環境が整えられ、時間の経過とともに腐朽が発生すると考えられた。

このように、薬剤浸透の不良として考えられる原因としては、薬液注入時に高い含水率の状態で加圧処理されていることが考えられる。高含水率のまま薬液を注入処理を実施しても薬液の注入量は低いことが知られており⁶⁾、腐朽を防ぐためには薬液浸透を行う必要がある、そのためには、含水率の管理が重要である。

4. まとめ

今回、材面割れと腐朽・汚染による変色の特に著しい供試体について、割れ・変色と曲げ強度性能との関係について調べるとともに、腐朽の発生要因について検討を行った結果は次のとおりであった。

- 1) 変色による材面の汚染はすべての供試材で見られた。6 供試材で褐色腐朽被害が見られた。
- 2) 干割れ率は材長の134~530%の値を示した。
- 3) 干割れや汚染による変色した供試材では、曲げ強度の低下は見られなかった。
- 4) 腐朽の発生した供試材は薬液の浸透が不十分で、含水率の適切な管理が必要であると考えられた。
- 5) シロアリによる被害の発生は見られなかった。
- 6) 材に発生した腐朽被害の有無は、目視による材面の変形及び打撃音による調査で推定が可能である。

5. 引用文献

- 1) 小原二郎、木材工学、梶田茂編、養賢堂、P311-328、(1961)
- 2) 井上嘉幸、木材保護化学、内田老鶴圃新社、P16-19 (1969)
- 3) 高橋旨像、木材の基礎科学、日本木材加工技術協会関西支部編、青海社、P67-68 (1992)
- 4) 社団法人日本しろあり対策協会、シロアリと防除対策、P270 (2000)
- 5) 嘉手苺幸男、沖縄県林業試験場報告、No40、P1-7 (1997)
- 6) 矢田茂樹、横浜国立大学・教・紀要Ⅱ、No.34、P59-66 (1987)

資 料

松くい虫くん蒸処理の改善試験

—MITCくん蒸剤による駆除効果—

喜友名 朝次・伊禮 英毅

1. はじめに

松くい虫被害木の伐倒くん蒸処理剤としてNCSやキルパー等が用いられているが、処理期間が2～3週間を要する¹⁾。このため、被覆期間内に風やカラスによるシートの破損があった場合、殺虫効果の低下が懸念されることから被覆期間の短縮を図る必要がある。

今回、MITCを液化炭酸ガスと混合した新製剤（以下、MITC）を用いてリュウキュウマツ被害木のマツノマダラカミキリ幼虫に対するくん蒸試験を行なった。

2. 材料・方法

1) 試験区の設定

マツノマダラカミキリ幼虫の寄生したリュウキュウマツを約1mに玉切り、はい積した。材積規模を一区につき0.74～1.13m³とした。試験期間中のシート内の温度を測定するため、デジタル温度計を積材の中層、中央に設置した。材の周囲を幅20cm、深さ10cm程に掘り、分解性シートを被せて、シートの裾に土をのせ密閉状態にした。

被覆資材には、ポリブチレンサクシネート主成分の生分解生プラスチックの単層シート（以下、単層シート）と無漂白パルプ紙にポリブチレンサクシネートをラミネートした生分解性復層シート^{2),3)}（以下、復層シート）を使用した。処理時間は、24時間と7日とし、薬量は、単層シートについては、150g/m³、180g/m³、復層シートについては薬量180g/m³とした。なお、無処理区には単層シートを使用した。（表1及び写真1）

表—1 試験区名と処理区分

試験区名	被覆資材	設定薬量 (g/m ³)	くん蒸時間
A	単層シート	150	24時間
B	単層シート	150	7日間
C	単層シート	180	24時間
D	単層シート	180	7日間
E	復層シート	180	24時間
F	復層シート	180	7日間
G	単層シート	0	7日間

2) 投薬方法

平成16年2月24日に圧縮ボンベによる噴射で投薬を行った（写真2、3）。はい積み上部の丸太木口面に接する被覆シート部分にテープ（5cm×10cm）を貼り、カッターナイフで約3cmの切れ目を入れ投薬口とし、ボンベから出るホースの先のノズルを挿入して噴射した。噴射される薬量は、気温により変化するため薬量換算表（表2）により所定時間噴射した。投薬時の外気温は、21.0℃であったため、薬量換算表（表2）から妥当と思われた20℃の換算量を基準とし、1秒間に7.1g噴射するものとして投薬時間を計った。

処理後は、投薬口をテープで塞いだ。

表—2 MITC投薬量換算表

圧力 Kg/cm ³	温度 ℃	吐出量	
		g/sec	g/min
35	5	5.3	320
40	10	5.9	355
45	15	6.5	390
50	20	7.1	425
55	25	7.7	460

3) 被覆内MITC気中濃度調査

直径5mmのシリコンチューブを丸太中央部に配管して土中から被覆シート外に通し、シート内のガス採取口とした。投薬直後、1、3、24時間後にシリンジでシート内の空気を採取し、エタノールで捕集した。定量分析はガスクロマトグラフを用いて測定した。

4) 殺虫効果試験

投薬後24時間と7日にシートを開放して、材を林業試験場まで搬入し、平成16年3月18日に割材調査を行った。

3. 結果と考察

1) 被覆シート内MITC気中濃度

MITC濃度は、いずれの区においても投薬直後にピークに達し、その後急速に減少した(図1)。投薬後24時間後および7日後の開放時には、すべての処理区でMITCの臭気はほとんど感じられなかった。

投薬直後から24時間までのシート内温度は、最高気温が31.2℃、最低気温が14.2℃、平均気温が20.8℃であった。また、7日間のシート内温度は、計器故障のため温度データは得られなかった。なお、気象庁データによる名護市の外気温観測地では、最低温度が10.5℃を記録していた。殺虫成分のMITC(メチルイソチオシアネート)は、液化炭酸ガスと溶解し易く、混合した製剤は、高圧ガスボンベから噴射するものであり、NCSと比較してガス化効率が高いため、くん蒸薬剤として使用することで、短時間で高い殺虫率が得られると推測された。

2) 殺虫効果

薬量150g/m³の場合7日間くん蒸で、薬量180g/m³の場合24時間くん蒸で、マダラカミキリ材内老熟幼虫を100%殺虫効果が認められた。

試験区Aの単層シート、薬量150g/m³、被覆期間24時間くん蒸した場合では、殺虫率96.6%となったが、生存していた幼虫は、最

下段の端に設置した丸太の木口付近に位置しており、動きが鈍く衰弱していた。生存していた原因として、被覆シートのガスバリア性の問題、覆土で気づかない隙間が残っていた疑いがあったが、今回の試験では作業上のミスでC区の投薬量が多くなったため、C区とE区のシート間の比較はできなかった。

また、無処理区(試験区G)で死亡していた幼虫はポーベリアの寄生が確認された(表3)。

4. まとめ

- ①薬量150g/m³の場合7日間くん蒸で、薬量180g/m³の場合24時間くん蒸で、リュウキュウマツに寄生するマダラカミキリ材内老熟幼虫を100%殺虫出来る。
- ②MITCは投薬後、被覆シート内の気中濃度は、ピークに達し、その後急激に減少していった。24時間後には殆ど残らなかった。
- ③沖縄県内では冬期でも効果が得られた。

5. 引用文献

- 1) 具志堅允一：研究報告,NO.29,28~34,1986
- 2) 斉藤正一ほか：林業と薬剤,NO.161,1~10,2002
- 3) 伊禮英毅ほか：研究報告,NO.46,30~37,2003



(写真-1 試験設置状況)



(写真-2 使用するポンペ)



(写真-3 投薬状況)

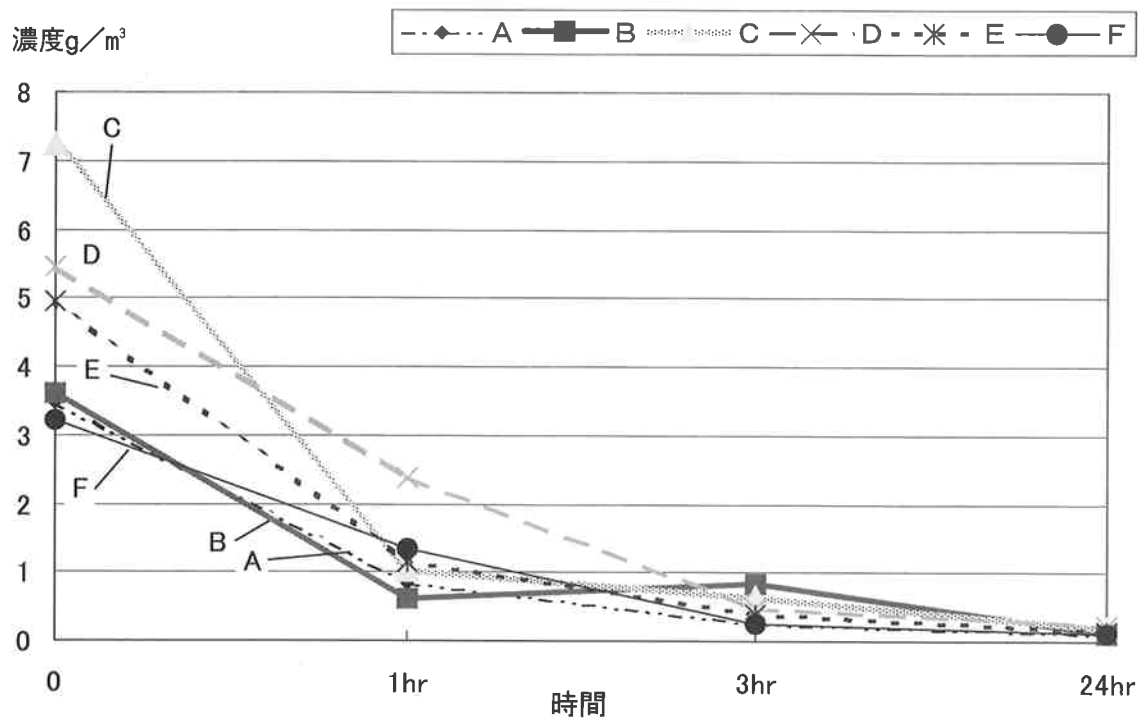


図-1 被覆シート内MITC気中濃度推移

表3 MITCによる殺虫効果

試験区	設定薬量 (実投薬量)		くん蒸 時間	死亡数 /生存数	殺虫率 (%)
	g/m^3	(g/m^3)			
A	150	(150)	24時間	84/87	96.6 ※1
B	143	(150)	7日間	80/80	100
C	205	(180)	24時間	78/78	100
D	180	(180)	7日間	76/76	100
E	176	(180)	24時間	77/77	100
F	180	(180)	7日間	77/77	100
G	—	—	7日間	1/79	1.27 ※2

※1 衰弱状態であった。

※2 ポーベリア菌の寄生が確認された。

リュウキュウマツ成木における時期別線虫接種試験

中平 康子

1. はじめに

沖縄県では、リュウキュウマツ (*Pinus luchuensis*) の材線虫病による被害が本島全域に蔓延していることから、抵抗性リュウキュウマツの育種に対する期待は大きい。沖縄県林業試験場では、これまでに抵抗性リュウキュウマツの育種選抜の一環として、成木に対する線虫接種試験を行ってきた。本病は、20℃以上の温度条件下で発生することが知られており、沖縄本島では5月から10月までの日最低気温の月別平均が20℃以上であることから、接種時期による検定強度の差は認められないと考えられた。このため、H13年度とH14年度に行った成木に対する線虫接種試験では、九州各県と同様の7月下旬に線虫接種を行った。しかし、沖縄におけるカミキリの発生消長は4月上旬から11月上旬で、最もカミキリが発生する時期は5月中旬から6月上旬である¹⁾。また、宿主であるリュウキュウマツ樹体の反応は時期によって異なると考えられ、実際の抵抗性個体を選抜する時期としては、カミキリの発生がピークとなる5月中旬から6月が適していると考えられた。そのため、H16年の線虫接種試験では5月下旬に線虫接種を行ったところ、H14年度に比べて枯死率が顕著に低くなった。この原因として、地理条件や接種時期、気候の違いが考えられた。そこで、今回の試験では線虫の接種時期による影響について検討するため、5月と7月にリュウキュウマツ成木に対する線虫接種試験を行った。

また、H14年度と15年度の接種試験では、1年目接種に比べて2年目接種で枯死率が低くなっていたことから、連年2回の線虫接種により、誘導抵抗性が発現している可能性があったことから、5月と7月に2回線虫を接種し、抵抗性が誘導されるか検討した。

2. 試験地と方法

試験は名護市南明治山試験地のリュウキュウマツ林で平成16年5月27日から平成17年5月24日まで行った。試験には約20年生で樹脂滲出異常がないことを確認した77本のリュウキュウマツを供試した。試験区は5月と7月に線虫を接種する区（5月+7月接種区）と5月に線虫を接種し7月には蒸留水を接種する区（5月接種区）、5月に蒸留水を接種し7月に線虫を接種する区（7月接種区）、5月と7月に蒸留水を接種する区（対照区）の

表-1. 試験区と供試本数

接種区	5月	7月	本数
5月+7月接種区	線虫	線虫	19
5月接種区	線虫	蒸留水	19
7月接種区	蒸留水	線虫	20
対照区	蒸留水	蒸留水	19

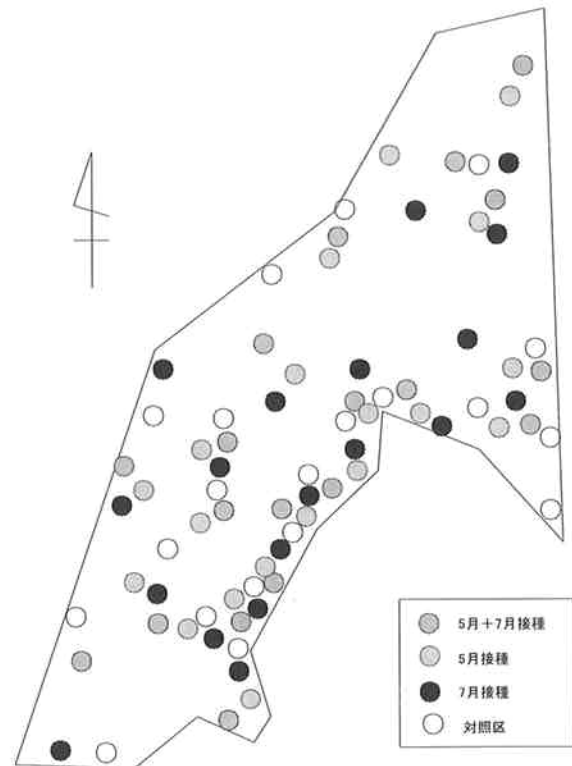


図-1. 各試験区の配置図

4区を設け（表-1）、それぞれの試験区が試験地全体に配置されるように設定した（図-1）。

5月の接種は平成16年5月28日に、7月の接種は平成16年7月28日に行った。接種線虫には島原個体群を用い、1本につき20,000頭を接種した。接種は高さ約1mの部位の任意の2箇所ドリルで孔を開け、あらかじめ線虫頭数を調整した線虫懸濁液をピペットで注入して行った。

試験開始から12月までは2週毎に、その後2月17日までは一月毎に、樹脂量と見た目の健全性について観察した。枯死木の最終確認は5月24日に行った。樹脂滲出量の評価は小田の手法に準じて行った（表-2）³⁾。

本試験では樹脂の停止が2回続けて認められ、全身的な萎凋症状を呈した時点に枯死と判断した。

表-2. 樹脂滲出量評価基準

樹脂滲出量	段階
樹脂滲出なし	-
点々と樹脂が滲出している	+
樹脂が穴に溜まっている	++
樹脂がたれている	+++
樹脂が大量にたれている	++++

3. 結果・考察

試験期間中の枯れは、5月+7月接種区で9本（枯死率47%）、5月接種区で9本（枯死率47%）、7月接種区で8本（枯死率40%）、対照区で1本（枯死率5%）で、線虫接種区と対照区間には生存率に有意差が認められたのに対し、線虫接種区間には有意差は認められなかった（図-2、 X^2 test、5%）。

試験終了時に枯死には至らなかったものの樹脂滲出異常を呈した個体は、5月接種区で1本、7月接種区で1本認められ、樹脂滲出異常木を含めてみると健全木の割合はそれぞれ、53%、47%、55%、95%となり、線虫接種区間には差が認められなかった。

接種時期により枯死率、樹脂滲出異常木の

出現率に差が認められなかったことから、リュウキュウマツ成木への線虫の侵入時期は枯死率に影響を与えないことが明らかになった。また十分な量の強病原力線虫をあらかじめ接種して抵抗性が誘導される可能性は非常に低いことが示唆された。

枯死に至るまでの期間は、図-3のとおりとなり、5月接種区と7月接種区では枯死木の出現時期はほぼ同じであったのに対し、5月+7月接種区は他の試験区に比べて枯死木の出現が早い傾向が認められた。しかし、生存解析を行った結果、線虫接種区間において枯死木の出現時期に差は認められなかった（ログランク検定、5%）。

一方、接種から枯死に至るまでの日数について線虫接種区内で比較する（5月+7月接種及び対象区は5月接種日から日数を計算）と、5月+7月接種区では90日目に、5月接種区では90日目に、7月接種区では49日目に、対照区では138日目に枯死木がはじめて観察され、線虫接種区間では7月接種区において線虫接種から枯死に至るまでの日数が少ない傾向が認められたものの、ログランク検定では有意差は認められなかった（図-4）。

枯死木の発生する時期と枯死に至る日数について検討した結果から、5月と7月の2回線虫接種を行った場合に枯死木の出現時期が早くなる傾向が認められ、7月に線虫接種を行った場合には枯れに至るまでの期間が短く

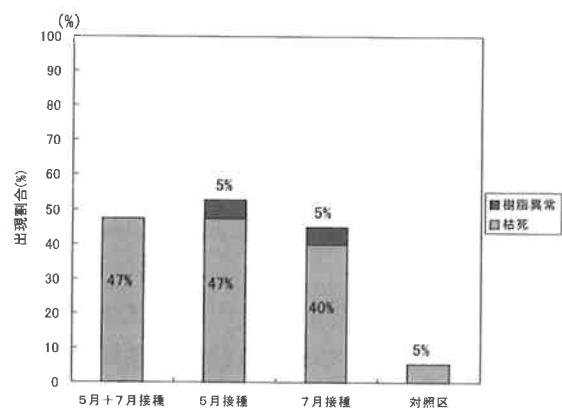


図-2. 試験区ごとの枯死木と樹脂滲出異常木の出現割合

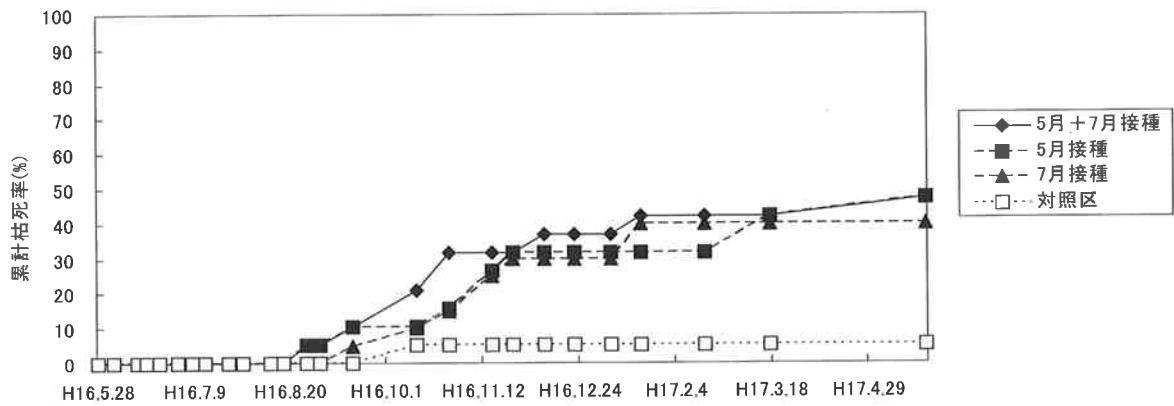


図-3. 接種区毎の枯死木の出現時期と枯死率の累計

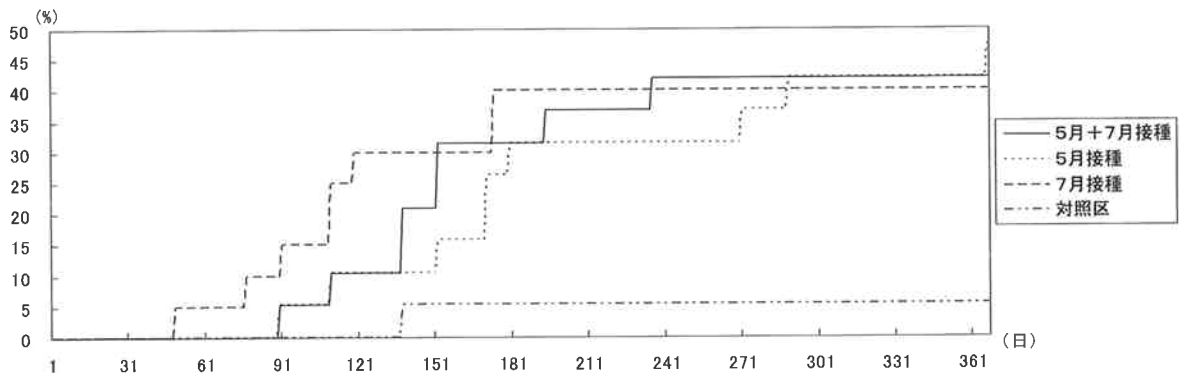


図-4. 接種区毎の接種から枯死に至るまでの日数による枯死率の累計

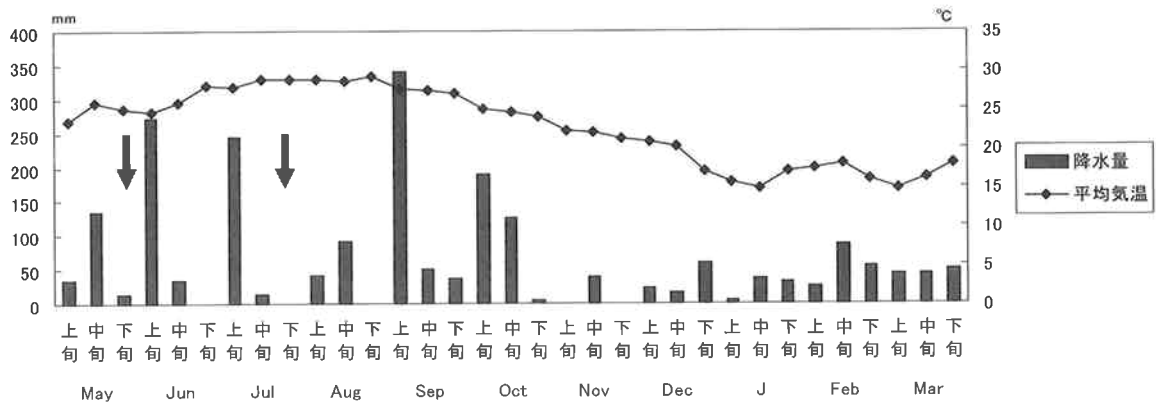


図-4. 試験期間中の気温と降水量（名護市測候所）

表-4. 接種直後の気温と降水量

	接種時		接種1月後		接種2月後	
	平均気温 (°C)	降水量 (mm)	平均気温 (°C)	降水量 (mm)	平均気温 (°C)	降水量 (mm)
5月接種	28.8	25.0	25.2	319.5	26.7	578.0
7月接種	28.8	1.0	28.8	134.0	28.4	526.5

なる傾向が認められた。これにより、リュウキュウマツ成木では、線虫の侵入時期とは関係なく、同時期に病徴が進展することを示唆した。

接種時期と接種後の気温及び降水量は図-4のとおりとなり、5月接種時の気温は25℃、降水量は14mm、7月の接種時の気温は28.8℃、降水量は1mmで、接種時期の気温差は3℃であった(表-4)。その後、5月接種では気温上昇が認められたのに対して7月接種では横ばいとなっており、気温変化には若干の違いが認められた。降水量は5月接種では梅雨時期にあたっていることから接種直後の降水量が多くなっていた。7月接種では気温の変化は少なく、降水量は台風による集中雨がみられた。特に9月上旬は降雨の多い時期にあたっていた。

以上のとおり、試験期間中の気温は、線虫の増殖適温である25℃を上回っていた。降水量では、接種後の雨量が5月において若干多くなっていた。

4. まとめ

リュウキュウマツ成木において、線虫の侵入時期による枯死木に差が認められるか、強病原力線虫を2回接種することにより抵抗性は誘導されるかを検討するため、5月と7月に線虫接種検定を行った。その結果、リュウキュウマツ成木に対する線虫接種検定では、5月と7月の接種時期の違いによる差は認められないこと、強病原力線虫の2回接種では抵抗性は誘導される可能性は低いことが分かった。枯死に至るまでの時期及び枯死に至るまでの日数には有意差が認められなかったものの、5月接種と7月接種では7月接種の方が接種時点から枯死に至るまでの日数が短くなる傾向が認められた。このことから、マツ樹体内に侵入した線虫は5月と7月のいずれに侵入した場合も活動が活発になる時期は同じである可能性が示唆された。

枯死時期が同時期となる原因として、接種後のリュウキュウマツ成木の樹体内における

反応が大きく関係している可能性が高いと考えられ、今後、土壌条件や気象条件、マツの樹勢の年次変化について検討する必要がある。

引用文献

- 1) 伊禮英毅他(2004) 沖縄島におけるリュウキュウマツ材線虫病の流行様式Ⅳ-沖縄島におけるマツノマダラカミキリの発生回数と時期-日本林学会大会学術講演集115:719
- 2) 岸洋一(1988) マツ材線虫病~マツくい虫~精説. (有) トーマス・カンパニー. 東京. pp.213
- 3) 小田久吾(1967) 森林防疫16:263-266

テリハボク海岸防風林について

—新川、崎枝、黒島海岸防風林の現況調査—

金城 勝・宮城 健・比嘉 政隆

1. はじめに

八重山地域では、海岸防風林として、戦前からテリハボクが植栽されており、台風時の防風・防潮林のほか工芸材や街路樹としても利用されている。県では、防災機能の強化を図るため、防災林事業としてテリハボクの植栽を積極的に行っている。また、造林事業でも植栽が実施され造林の事業量は、昭和47年から平成15年度までの合計で106ha¹⁾である。

テリハボクは、成長と共に競合し、枯損を生じている。このため、改善を図る必要があるためテリハボク海岸林除間伐試験を平成16年度から実施している。今回、試験の一環として、除間伐の効果を比較・検討するため無施業地である既存の海岸防風林を調査したので報告する。

調査に当たっては、八重山支庁農林水産振興課林務係の職員に協力を得た、記して感謝申し上げます。

2. 調査地及び調査方法

1) 調査地

調査は、石垣市新川、崎枝及び竹富町黒島の3箇所で行った。(図-1)。

新川は、海浜にテリハボクの植栽地があり、浸食防止の護岸が設置されている箇所である。林帯幅は約20m、生育は比較的順調で、樹幹は曲がりがあるもの全体に通直なものが多く、枝の枯損等は少なかった。崎枝は、汀線から15m離れた林分で、林帯幅は約40m、樹間が広く疎な林分となっている。海岸線に面しているテリハボクは根が高波による浸食により一部露出している箇所が見られたが、枝は海岸線に張り出し良く発達していた。黒島は、石垣島の南西15kmにある石灰岩の島で、集

落は島の中心部にあり内陸部は放牧地である。森林は島の周辺部に見られ、海岸線には護岸が設置されている。調査地は島の北側に位置する仲盛御獄に隣接した林帯で生育は普通、枯損木は少なく林帯幅は約40m、潮害防備林として指定されている。

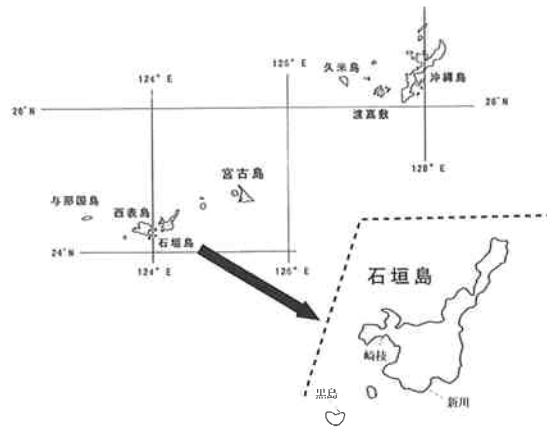


図-1 調査地位置図

2) 調査方法

調査は、胸高直径3cm以上の立木を対象に毎木調査及び植生調査を行った。調査区の面積は400m²、新川、崎枝は40m×10m、黒島は20m×20mの方形プロットで実施した。

調査は、平成16年9月と12月に行った。

3. 結果及び考察

1) 林齢

調査箇所の林齢は、植栽時期が不明のため、八重山地方テリハボク防風林収獲予想表²⁾から林齢を推定すると、新川26年生、黒島28年生、崎枝は50年生余りと考えられた。

2) 樹種、立木本数

樹種は、テリハボクのほか、ハスノハギリ、

フクギ、クロヨナ、ハテルマギリ、オキナワキョウチクトウが見られ、アカギモドキ、ギンネム、シマグワも生育していた(表-1)。立木本数は、箇所別に見ると黒島1900本/ha、新川1400本/ha、崎枝950本/haとなり黒島が多かった。このうち、テリハボクが占める割合は新川96.4%、黒島75.0%、崎枝42.1%となり、新川、黒島が高く、崎枝は半分以下となっていた。黒島や新川はテリハボクが主体の林分であり、崎枝は、ハスノハギリ(44.7%)の割合も高いことからテリハボクとハスノハギリが主体の林分と考えられた。

3) 樹高・材積

樹高の最大値は、どの箇所も15.0mと差がないが、最大値の2/3、樹高10m以上を上層木とした場合の本数割合を見ると、新川66.1%、崎枝44.7%、黒島43.4%となり崎枝、黒島の割合が少なかった(表-2)。平均樹高は、新川10.8m、崎枝8.8m、黒島8.2mとなり、11m以下となっていた。石川³⁾は海岸線付近では気象条件が厳しいので樹高は低くなると指摘している。調査箇所の林分は、海岸沿いに位置することから、台風時や季節風の風当たりが強く、特に崎枝、黒島は樹高の成長に影響したものと考えられた。

上層木の樹種は新川ではテリハボク、シマグワ、黒島ではテリハボク、ハスノハギリ、崎枝ではテリハボク、ハスノハギリ、クロヨナとなっていた。本数は、テリハボクとハスノハギリが多く、シマグワとクロヨナは少なかった。

ha当たりの材積は、崎枝502.5m³、黒島365.3m³、新川319.7m³となり、崎枝が1.5倍程度大きかった(表-3)。このうち、テリハボクの材積を見ると黒島356.2m³(96.3%)、新川307.8m³(96.3%)、崎枝289.6m³(57.6%)となり黒島と新川の林分に占める割合が高かった。これは、立木本数と樹高の調査結果からテリハボクの本数や上層木が多かったことによるものと考えられた。次に、テリハボクを単木当たりで比較すると、崎枝0.724m³、黒島0.250m³、新川0.228m³となり、

崎枝は、単木当たりの材積が最も大きい箇所になっていた。

崎枝のテリハボク以外の樹種について、単木当たりの材積を算定するとハスノハギリ0.439m³、クロヨナ0.447m³となり、テリハボク0.724m³の6割を超える成長をしていた。

(表-4) ハスノハギリやクロヨナは、テリハボクと同じく、台風等の被害に強く、成長も良いと考えられた。

4) 相対幹距

相対幹距を比較すると、崎枝が24.9%と大きく、新川18.9%、黒島16.3%であった。

(表-5) 相対幹距は林分の立木密度を表す1つの尺度で、立木間の平均距離と林分の上層木の平均樹高との百分比で表し、数値が小さいほど林分が混んでいる。沖縄県の育成天然林整備事業は、15%⁴⁾の値を施業の標準としている。これを基にすると、崎枝は林分密度がかなり低く、新川、黒島は林分密度が低いものの標準値に近い箇所と考えられた。崎枝の林内には、テリハボクの稚樹が多数みられ、樹冠は閉鎖していなかった。

以上のように今回の調査箇所である新川と黒島、崎枝を比較すると新川は、比較的順調に生育していた。黒島も、樹高成長が劣るものの生育は普通であった。これは、護岸による浸食防止や、適度の本数であることが台風の被害を小さくしていると考えられた。崎枝は、台風や季節風による影響を受け、本数の減少や樹高の低下につながったと考えられた。

4. まとめ

新川、崎枝、黒島のテリハボク海岸防風林を調査した結果は、次のとおりであった。

- ①テリハボク、ハスノハギリ、クロヨナ、フクギ、オキナワキョウチクトウの樹種が共通してみられ、アカギモドキ、ギンネム、シマグワも少数生育していた。
- ②立木本数を箇所毎に見ると黒島1900本/ha、新川1400本/ha、崎枝950本/haの順となり、崎枝が最も少なくなっていた。

③平均樹高は、新川10.0m、崎枝9.3m、黒島8.2mとなり、新川が高かった。

④材積は崎枝504.4m³/ha、黒島365.3m³/ha、新川319.8m³/haとなっていた。テリハボクの単木当たりで比較すると崎枝が大きかった。

⑤相対幹距は、崎枝が24.9%と大きく、新川18.5%、黒島16.3%であった。沖縄県の育成天然林の整備事業では、15%の値を標準としていることから崎枝は密度がかなり低く、新川、黒島は林分密度が低いものの標準値に近い箇所であった。

今回の調査箇所である新川と黒島、崎枝を比較すると新川は、比較的順調に生育していた。黒島も、樹高成長が劣るものの生育は普通であった。崎枝は、台風や季節風による影響を受け、本数の減少や樹高の低下につながったと考えられた。

6. 引用文献

- 1) 沖縄の林業：p13、平成16年度版
- 2) 井上由扶：林業普及誌第21号、p21、琉球林業協会、1968
- 3) 石川政幸：森林の防霧、防潮、飛砂防止機能、p27、社団法人 日本治山治水協会 昭和63年
- 4) 育成天然林整備事業の手引き：p9、沖縄県農林水産部、平成7年度

表-1 樹種構成

樹種名	新川		崎枝		黒島	
	本数	割合(%)	本数	割合(%)	本数	割合(%)
テリハボク	54	96.4	16	42.1	57	75.0
ハスノハギリ			17	44.8	3	4.0
フクギ			1	2.6	8	10.5
ハテルマキリ					2	2.6
クロヨナ			2	5.3		
オキナワキョウチクトウ			1	2.6		
アカギモドキ					4	5.3
ギンネム					2	2.6
シマグワ	2	3.6	1	2.6		
計	56	100.0	38	100.0	76	100.0
ha当たり本数	1,400		950		1,900	

表-2 樹高

	新川		崎枝		黒島	
	本数	割合(%)	本数	割合(%)	本数	割合(%)
・樹高10m以上	37	66.1	17	44.7	33	43.4
テリハボク	36		7		32	
ハスノハギリ	—		8		1	
クロヨナ	—		2		—	
シマグワ	1		—		—	
・樹高10m以下	19	33.9	21	55.3	43	56.6
計	56	1.00	38	1.00	76	1.00
平均樹高	10.8m		8.8m		8.2m	
(最高-最低)	(15.0-5.0)		(15.0-4.3)		(15.0-3.0)	

表-3 材積

	新川		崎枝		黒島	
m3/ha、割合(%)	319.7	100.0	502.5	100.0	365.3	100.0
テリハボク	307.8	96.3	289.6	57.6	356.2	97.5
ハスノハギリ	—		186.3	37.0	4.8	1.3
フクギ	—		0.4	0.1	2.6	0.7
ハテルマギリ	—		—		0.3	0.1
クロヨナ	—		22.4	4.5	—	
その他	11.9	3.7	3.8	0.8	1.4	0.4
テリハボク(m3/本)	0.228		0.724		0.250	
平均胸高直径(cm)	20.1		29.6		15.4	

表-4 単木材積

樹種	崎枝
テリハボク	0.724
ハスノハギリ	0.439
クロヨナ	0.447
その他	0.056

表-5 相対幹距

	新川	崎枝	黒島
相対幹距(%)	18.9	24.9	16.3

ニオウシメジの栽培試験

— 植え込み方法及び培養期間が子実体発生に及ぼす影響 —

町田 誠司

1. はじめに

ニオウシメジ (*Macrocybe gigantea* Massée) の栽培技術は一応、体系化され、栽培指針が作られているが、研究歴が浅く、今後、検証されるべき課題も多い。とりわけ菌床の培養期間については収穫量と収穫期間の両面から再検討が求められている。また、菌床を破碎して露地にばら撒く方法により、覆土（植え込み）を要しないで栽培が可能との声も聞かれる。

こうしたことから、1年菌床と2年菌床を用いてニオウシメジ菌床の培養期間が子実体発生に及ぼす影響を調査した。また、菌床を破碎してバラ撒く方法と覆土栽培との比較検討を行ったので報告する。

2. 材料及び試験方法

ニオウシメジの菌株はTG-12号株で、石川きのこ生産組合で平成14年8月に作成された菌床（以下「2年菌床」）と平成15年8月に作成された菌床（以下「1年菌床」）を使用した。

発生床は土木用のコンクリート製円形管を16個用意し、4個ごとに4区分し、1年菌床・埋め込み区、2年菌床・埋め込み区、1年菌床・ばら撒き区、2年菌床・ばら撒き区とした。

それぞれの発生床には、1kgの菌床を25個ずつ使用した。埋め込み区は25個の菌床を並べて3cm厚で覆土をし、発生床を寒冷紗（90%遮光）で覆った。一方、ばら撒き区は、25個の菌床を細かく手でちぎってばら撒き、同様に寒冷紗で覆った（写真-1、2、3）。土はすべて場内の苗畑の土を使用した。試験は平成16年7月26日から開始した。また、適

宜、表面が湿る程度の給水をおこなった。収穫は、子実体の傘が8部開きの状態の株を採取し、子実体を1本ずつ分けた。計測は子実体ごとに、重量、傘径、傘厚、柄長さ、柄径についておこなった。なお、3g未満の子実体は除いた。



写真-1 菌床の設置状況



写真-2 菌床のばら撒きの状況



写真-3 試験区の状況

3. 結果および考察

1) 発生特性

試験期間中の気象条件を表-1に示す。

発生特性を表-2に示す。初回発生までの所要日数は1年菌床・埋め込み区が37.5±4.9日、2年菌床・埋め込み区が35.3±2.9日であった。これは比嘉の報告¹⁾の16ヶ月培養菌床の所要日数40.0±2.0日に近い値であった。このことから、1～2年の長期間培養した菌床は35～40日の所要日数で発生することが示唆された。

また、発生床1個当たり発生量は1年菌床・埋め込み区が3,086.2±335.8g、2年菌床・埋め込み区が2,677.1±434.8gで有意差は認められなかった。

ばら撒き区は、1年菌床区で発生が見られたが、発生床4個のうち1個のみで発生し、1,519.0gと発生量も少なかった。

表-1 試験期間の気象 (名護測候所)

	7月下旬	8月	9月	10月
平均気温	29.0	28.9	27.4	24.6
平均湿度	73.7	77.0	80.0	69.0

表-2 発生特性

区分	初回発生	総発生量	発生割合
	所用日数 (発生期間)		
1年菌床 ・埋め込み	37.5±4.9日	11,423.7g 921.2g	4/4
	(8/27-9/8 9/29-10/7)		
2年菌床 ・埋め込み	35.3±2.9日	10,648.2g 60.2g	4/4
	(8/27-9/13 10/1-10/7)		
1年菌床 ・ばら撒き	46日 (9/10-9/13)	1,519.0g	1/4
2年菌床 ・ばら撒き	—	—	-/4

2) 子実体の形質

子実体の形質を表-3に示す。

傘径は1年菌床・ばら撒き区が36.8±16.1mmで、1年菌床・埋め込み区、2年菌床・埋め込み区それぞれ、25.6±13.8mm、36.6±23.7mmに対しよい値となった。また、傘厚も同様であった。

柄長は1年菌床・埋め込み区、2年菌床・埋め込み区がそれぞれ、12.2±6.8mm、11.9±5.6mmであったのに対し、1年菌床・ばら撒き区は8.9±2.8mmと若干小さい傾向であった。また、柄径も同様であった。

このことから、ばら撒き区は埋め込み区に対し形質的に劣らないことが示唆された。

1)及び2)から以下のことが明らかになった。

- ① ニオウシメジは1～2年の長期間培養した菌床を使用しても発生までの所要日数及び発生量に影響はない。
- ② 簡易なばら撒きの手法では子実体は発生するが、発生率が低く、発生量は少ない。
- ③ ニオウシメジのばら撒き区に発生した子実体の形質は植え込み区に劣らない。

4. 引用文献

- 1) 比嘉享：沖縄県林試研報No.44(2001)

表-3 子実体の形質

区 分	傘 径 (mm)	傘 厚 (mm)	柄 長 (mm)	柄 径 (mm)
1年菌床・ 埋め込み	25.6±13.8	8.6±4.6	12.2±6.8	17.8± 6.6
2年菌床・ 埋め込み	36.6±23.7	11.8±7.0	11.9±5.6	16.2± 5.2
1年菌床・ ばら撒き	36.8±16.1	11.0±3.8	8.9±2.8	11.1± 2.7
2年菌床・ ばら撒き	—	—	—	—



写真-4 発生状況

沖縄におけるシキミ導入種の適応性に関する調査

宮城 健・比嘉 政隆・喜友名 朝次・伊禮 英毅・金城 勝・町田 誠司

1. はじめに

本県におけるシキミの平成15年度の生産量は188kg¹⁾、需要量は年間200ton、額にして2億円程で推移しているが、ほとんど移入品に依存している。一方、隣県の鹿児島県では、平成7年から大隅半島を中心として、本格的にシキミの畑栽培行っている²⁾ (写真-1)。

本調査は、本土で枝物として出荷されているシキミを導入して本県に適応させるための条件を調査し、生育が適しておれば地産地消と合わせて、本土における端境期(霜等により品質低下がみられ、供給不足ぎみの1~5月)に移出産業として確立できないかを検討しようとするものである。

なお、本報告は平成16年度現地適応化事業において実施した課題である。調査を実施するにあたり、林業専門技術員、林業改良指導員のご協力を得た。記して感謝申し上げる。



写真-1 鹿児島県大隅地域のシキミ栽培状況

2. 調査地および調査方法

1) 調査地

調査地は林業試験場構内の苗畑に設定した(図-1)。圃場は、昭和47年に水田跡地を国頭礫層土壌で埋め立てて造成されており、土

壤は緻密で排水性に乏しく、PHは4.5~4.7³⁾であった。その後、平成9年の都市計画事業による碎石等のアルカリ資材の混入が起こり、PHは7.4~7.7に上昇している。植栽の前に停滞水による湿害対策として、深さ1mの排水溝を設けたが、地下水位調査を実施した結果は、梅雨には水位が深さ5cmまで上昇する箇所や晴天が続いても深さ約40cm前後で推移する箇所がある等、以前として圃場は多湿状態であった。

植栽方法は幅1m、長さ5m、畦高20cm程度の3列の畦を3区画作り、畦中央に1条、苗間50cmで行った。調査区は無遮光区と遮光率50%の黒2mmのネットでトンネル状に被った遮光区を設定した(写真-2)。植付けは2004年4月15日に行った。

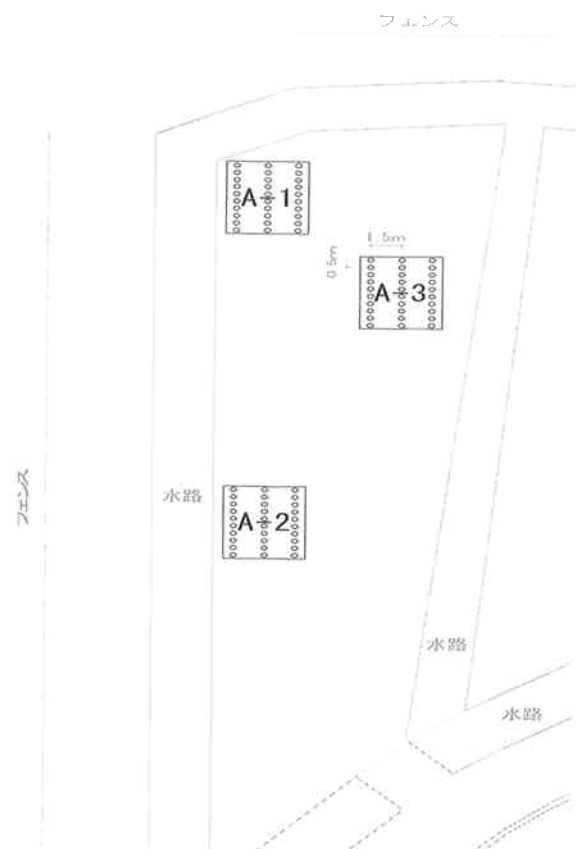


図-1 シキミの植栽配置図



写真-2 遮光ネット設置状況 (2004/4/15)

2) 調査方法

本調査に用いた苗木は、鹿児島県大隅産の地上長約30~50cmの実生苗である。苗木の生育状況については、目視により健全、部分枯れ、枯死に区別した。調査は初回が約1ヶ月経過した2004年5月13日に行い、最終調査の2005年3月17日までの間に5回行った。同時に樹高成長についても測定を行うとともに両地の気象概況を示した。

3. 結果および考察

1) 生育状況

表-1に生育状況を示した。無遮光区、遮光区とも植栽後約1ヶ月たった5月時点では生育状態に差がなく、健全な植栽木の割合は100%と良好であった。しかし、無遮光区は約3ヶ月半たった夏場の7月時点で3%の部分枯れが出始め、約5ヶ月半たった10月には部分枯れが53%、枯死木が10%になり、調査終了時の約11ヶ月経過した3月時点では部分枯れが33%、枯死木が53%と、健全な植栽木の割合は14%まで低下した。この結果は、知念⁴⁾が南明治山試験地の尾根部・平坦地で行った移植試験と同じ傾向であった。しかし、遮光区は約5ヶ月半たった10月時点では15%の部分枯れが生じたが、その後部分枯れの割合が増加したり枯死するようなことはなく、生存率は100%と高かった (Mann-Whitney's Utest < 1%) (図-2)。また、平均樹高成長も無遮光区が約15cm、遮光区が約19cmと遮光した方が良かった (有意水準5%、分散分析) (図-3)。

表-1 生育状況

調査区	生育状態	2004/4/15		2004/5/13		2004/7/27		2004/10/4		2005/1/7		2005/3/17	
		本数	割合(%)	本数	割合(%)	本数	割合(%)	本数	割合(%)	本数	割合(%)	本数	割合(%)
無遮光区	健全	70	100	70	100	68	97	26	37	11	16	10	14
	部分枯れ	0	0	0	0	2	3	37	53	28	40	23	33
	枯死	0	0	0	0	0	0	7	10	31	44	37	53
遮光区	健全	20	100	20	100	20	100	17	85	17	85	17	85
	部分枯れ	0	0	0	0	0	0	3	15	3	15	3	15
	枯死	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

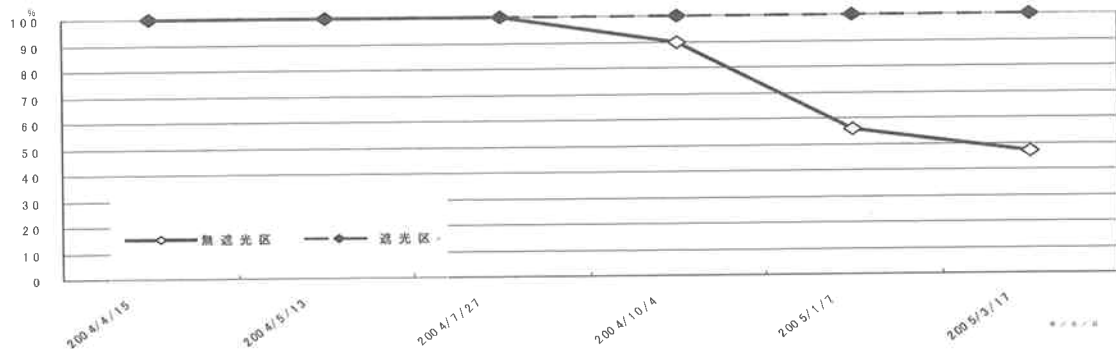


図-2 生存率の推移

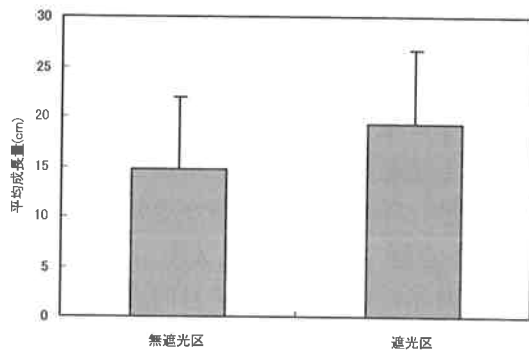


図-3 平均樹高成長量

2) 気象概況

調査地である名護市とシキミ苗生産地である鹿児島県大隅地域の気象概況を表-2に、月別日照時間を図-4に示した。調査地の夏場の6~9月の平均気温、合計日照時間は27.8℃で766.1時間、シキミ苗生産地の鹿児島県大隅地域の平年値は25.1℃で582.2時間となっており、調査地は6~9月の平均気温で2.7℃高く、合計日照時間も183.9時間長い。年平均気温はさらに5.7℃と高くなり、年日照時間は逆に108.2時間短い。調査地の平年値と調査期間中の気象には大きな変動はない。以上のことから、導入した本土産シキミは、夏場にシキミ苗生産地よりも高温と強い陽光下に長時間さらされることになる。

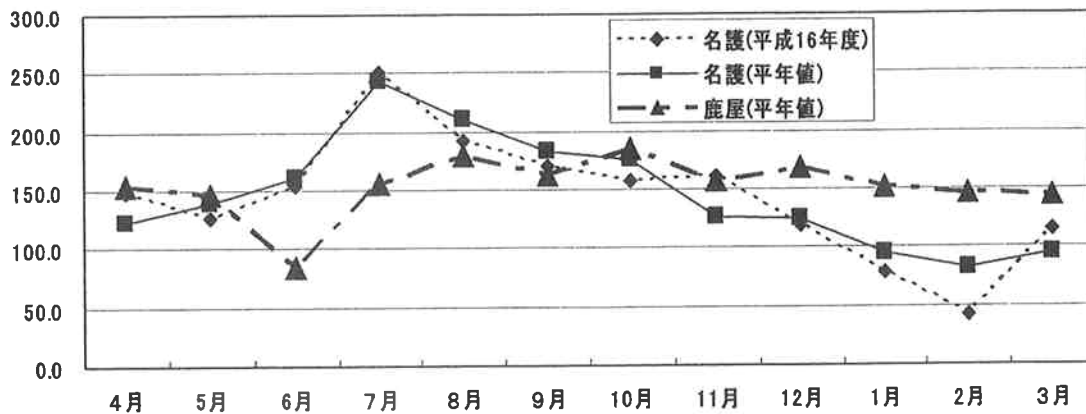
ところで、シキミは樹勢が強く、どんな土地にも育つが、多湿に弱い。西日の早くかける南東向きの、日当たり、排水が良く腐植の多い土地が生産性は高い⁵⁾。平坦な休閑田では床抜きするか、深い排水溝をたくさん掘らないと植栽しても数年後に枯死する⁶⁾。また、シキミは光の弱い所でも生育が可能な耐陰性の強い樹種である⁷⁾。好陰性の植物は直射日光の当たる陽地に植栽すると、生育が低下したり、場合によっては枯死することもある⁸⁾。調査地は地下水位が高く滞水しやすいため、シキミの根が湿害により生育阻害を受けたと考えられる。無遮光区は根が湿害により生育阻害を受けた状態で、夏場の高温と強い陽光下に長時間さらされたことによって吸水と蒸散のバランスが崩れ、葉焼けや幹焼け状態に

なり、さらに症状が進行して部分枯れが起こり、その後枯死したと推察できる。遮光区の生存率が100%と高かったのは、遮光することにより根の植え傷みや葉からの過剰蒸散を抑える等、夏場の過酷な気象条件から植栽木を保護したことによる庇陰効果と思慮された。また、知念⁴⁾が南明治山試験地で行った移植試験の生育不良の主な要因も湿害と考える。移植試験を行った南明治山試験地の尾根部・平坦地はフェイチャ⁹⁾の分布する土壤で、土層が重粘緻密で内部排水が悪く、天然性広葉樹林でも一般に生育が悪い箇所である¹⁰⁾。そこに移植したことによる湿害が主な原因と思慮される。それは、図-5に示すように、2005年1月に本土産シキミを導入して畑栽培を行っている林業試験場構内林間の北方向に10°傾斜した斜面地は、10月現在黄化や部分枯れ、枯死木もなく平均樹高成長も約37cmと生育が良好なのに対し、平坦地で排水不良となっている林業試験場構内圃場は、部分枯れや枯死木はないが、全植栽木の下葉が黄化し平均樹高成長も約5cmと生育不良となっていることから言える(有意水準1%、分散分析)。

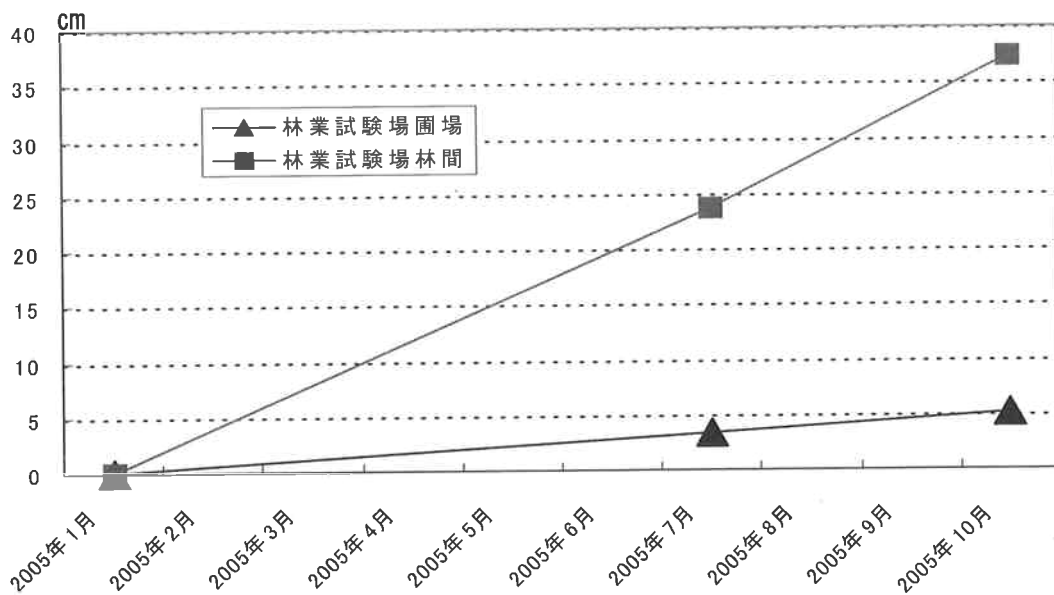
一方、モクマオウ、テリハボク、ソウシジュ等の樹種は同じ圃場に植栽しても生育は良好で比較的柔軟に適應している。このことからしても、シキミは耐湿性が小さいと言える。また、木本性植物は、高温期に入る前に根がしっかり張り栄養体もある程度の大きさとなり充実しておれば、高温障害をうけることは少なく、栄養生長が著しく促進される¹¹⁾。よって、シキミが耐湿性の小さい樹種であることを考えると、排水の悪い畑地は避けるべきで、必要に応じて暗渠排水を作り、下層まで常に根が活発に伸長するような土づくりや遮光などによって夏場の過酷な気象条件から植栽木を保護する方法を講ずることなどが、本土産シキミを本県に適應させるための主な条件と考える。

表一 2 气象概况

観測地点	气象	期間	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年
沖縄県 名護	平均気温(°C)	調査期間中	21.2	24.7	26.2	28.5	28.9	27.4	24.6	21.8	19.3	15.9	17.3	16.5	22.7
	降水量(mm)	(2004年4月~	125.5	182.5	305.5	259.5	134.0	428.0	320.5	40.0	99.0	74.0	166.5	137.5	2272.5
	日照時間	2005年3月)	147.4	125.4	153.8	250.6	192.1	169.6	156.8	160.2	118.6	82.5	42.9	115.0	1714.9
	平均気温(°C)	平年値	20.8	23.5	26.6	28.7	28.3	27.1	24.7	21.3	17.8	16.3	15.9	18.4	22.5
	降水量(mm)	(1973年~	193.9	232.4	232.8	173.1	278.0	212.8	161.5	133.9	93.4	121.4	138.8	161.2	2127.3
	日照時間	2000年)	122.1	138.7	161.7	242.9	210.9	182.3	175.0	125.4	123.7	95.3	82.9	94.5	1759.0
鹿児島県 鹿屋	平均気温(°C)	平年値	15.7	19.4	22.8	26.6	26.8	24.2	19.0	14.0	8.7	7.1	8.0	11.3	17.0
	降水量(mm)	(1979年~	196.7	218.3	455.7	372.6	307.5	235.8	115.0	76.6	51.9	72.4	94.6	183.3	2275.8
	日照時間	2000年)	153.3	146.0	84.4	155.1	179.9	162.8	184.2	157.8	168.8	151.6	145.2	143.7	1823.1



図一 4 月別日照時間



図一 5 2005年植栽箇所樹高成長量

4. まとめ

本土産シキミを導入して、本県に適應させるための条件を調査した結果は次のとおりであった。

- 1) 本土産シキミを遮光無しで栽培すると約11ヵ月後の生存率は47%、遮光率50%の黒2mmのネットで遮光を行うと100%であった。遮光無しで栽培すると生存率は時間の経過とともに低下した。
- 2) 平均樹高成長も遮光無しが約15cm、遮光有りが約19cmと遮光した方が良い。

今回の調査結果から、遮光した方が生存率や平均樹高成長が良いのは、遮光することにより根の植え傷みを抑え、夏場の高温と強い陽光から植栽木を保護したことによる庇陰効果と思慮された。本土でのシキミ栽培は、日当たりが良く、水はけの良い、ゆるやかな斜面地又は、平坦地が作業もしやすく最も良い。日陰地でも生育するが萌芽力が弱くまた枝が下がり樹形が悪くなるため良い切枝が多量には採取できない⁶⁾とされている。

このような性質を考えると、本土産シキミにとって過酷と思われる気象条件下で、国頭マージのように一般的に土層が深く緻密で硬く、根、水、空気の進入が困難な土壤が多い¹²⁾本県に、本土産シキミを適應させるための気象および土壤条件の解明は、今後シキミ栽培を行っていく上での重要な課題である。



写真-3 無遮光区の葉焼け症状 (2004/10/4)

5. 引用文献

- 1) 沖縄県農林水産部 (2004) 特用林産物生産量. 沖縄の林業 (平成16年版) :48.
- 2) 小山孝雄 (2005) シキミの開葉におけるクローン特性. 九州森林研究58 :56-57.
- 3) 山城栄光・仲原秀明 (1978) 土壤改良材の施用効果について. 沖縄県林試研報20 :35.
- 4) 知念正儀 (1988) シキミに関する研究. 沖縄県林試研報31 :46.
- 5) 宮崎県林務部 (2003) 特用樹生産指導指針 :2.
- 6) 三重県林業事務局林政課 (1979) シキミ生産技術指針 :7.
- 7) 橋詰隼人ほか (1993) 図説実用樹木学 :153-154.
- 8) 近藤三雄ほか (1989) 最先端の緑化技術 :13-19.
- 9) 生沢均ほか (1994) 南明治山におけるフェイチャの分布特性について. 日林九支研論 47 :193-194.
- 10) 日本林業技術協会 (1983) 林野土壤層断面図集3 :18-19.
- 11) 比嘉照夫ほか (1993) 沖縄園芸百科 :89.
- 12) 阿嘉良弘 (1992) 絵でみる沖縄の花作り :147.

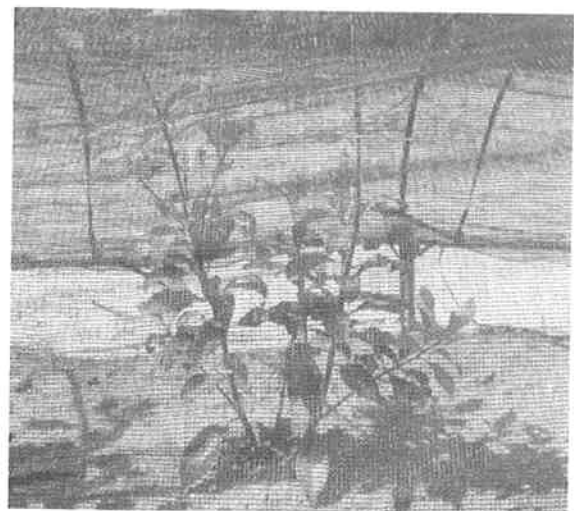


写真-4 遮光区の生育状況 (2004/10/4)



写真-5 テリハボクとモクマオウ（左手前）、シキミ（右奥）の生育状況(2005/10/4)



写真-6 下葉が黄下し樹高成長が悪い生育不良の圃場植栽シキミ(2005/10/4)



写真-7 樹高成長が良く生育良好な林間植栽シキミ(2005/10/4)